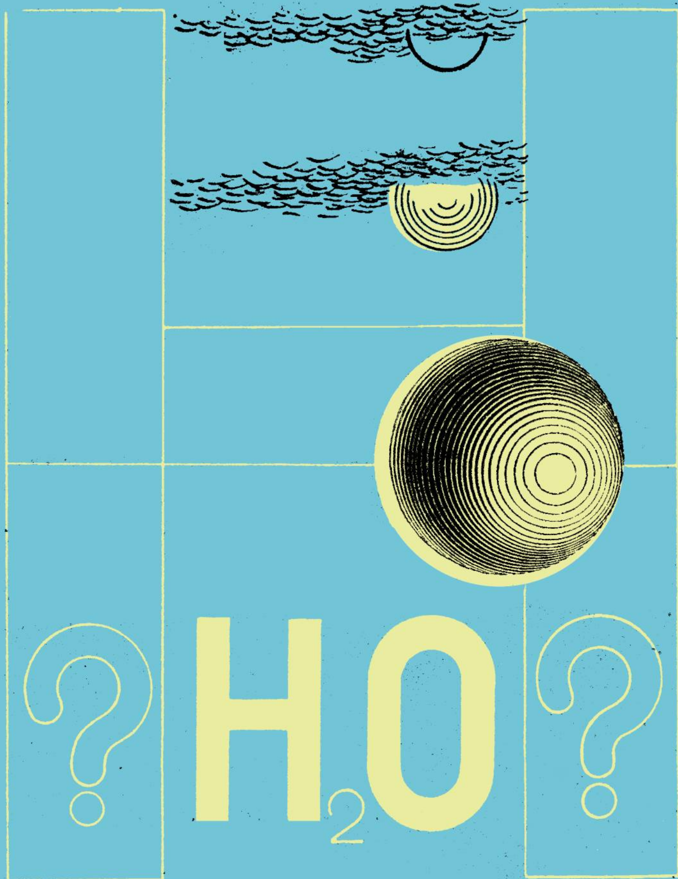
எல்.வ்லாசோவ, டி.ட்ரிபோனேவ்

வேதியியலைப் பற்றி 107 கதைகள்



சோவியத் நாடு · மாஸ்கோ · மீர் பதிப்பகம்

ஆசிரியர்களைப் பற்றி

டி. என். ட்ரிபோனேவ் மற்றும் எல். ஜி. வ்லாசோவ் இருவரது வாழ்க்கையிலும் ஏற்பட்ட நிகழ்ச்சிகள் இருவருக்கும் ஒரே ஆண்டில் நிகழ்ந்தன.

இருவரும் 1932ஆம் ஆண்டிலேயே பிறந்தார்கள். மாஸ்கோ பல்கலைக்கழகத்தின் இரசாயனத் துறையில் கல்வி கற்றார்கள். 1963ல் இருவரும் விஞ்ஞான காண்டிடேட் பட்டம் பெற்றார்கள். டி. என். ட்ரிபோனேவ் ஜனரஞ்சகமான விஞ்ஞான நூல்களை முதலில் எழுதத் தொடங்கினார். அவரது "அபூர்வ மண் தனிமங்கள்" 1960ல் பிரசுரிக்கப்பட்டது.

1962ல் வெளியிடப்பட்ட "மறுபிறப்பு" இருவரும் சேர்ந்து எழுதிய முதல் நூலாகும். ஓராண்டுக்குப் பிறகு "தனிம பூமிக்கு யாத்திரை" எனும் நூல் வெளியிடப்பட்டது.

Л. Власов,
Д. Трифонов

ЗАНИМАТЕЛЬНО О ХИМИИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЦК ВЛКСМ
«МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ»

எல்.வ்லாசோவ், டி.ட்ரிபோனேவ்

வேதியியலைப் பற்றி 107 கதைகள்

மீர் பதிப்பகம்
சோவியத் நாடு · மாஸ்கோ

மொழிபெயர்ப்பாளர்: டாக்டர் கணேசன்

На тамильском языке

சுமார் நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்பு வேதியிய லின் எல்லாக் கண்டு பிடிப்புக்களையும் வளர்ச்சி களையும் மற்றும் அன்று தெரிந்திருந்த எல்லாச் சேர்மங்களின் [compounds] இயல்புகளையும் விவ ரித்துப் புத்தகம் எழுத விரும்பினார் ஒரு விஞ்ஞானி. ஆனால் நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்னரேகூட வேதி யியல் அதிவேகமாய் முன்னேறிக் கொண்டிருந் தது. தமது சக விஞ்ஞானிகள் எல்லார்க்கும் வேண்டுகோள் விடுத்து, அவர்களைக் குறைந்தது ஓராண்டுக்காவது எல்லா ஆராய்ச்சிகளையும் நிறுத்தி வைக்கும்படிச் செய்தாலொழிய தம் மால் சமாளிக்க முடியாது, எல்லாப் புதிய உண் மைகளையும் தத்துவங்களையும் தமது புத்தகத்தில் இடம்பெறச் செய்ய முடியாது என்று அவர் புரிந்து கொண்டார்.

வேதியியலின் எல்லைகள் வரம்பின்றி விரி வடைந்திருக்கும் இந்நாளில் அந்த விஞ்ஞானி யின் நிலை இன்னும் எவ்வளவு கடினமாய் இருக் கும்?

இந்தப் பத்தகத்தின் ஆசிரியர்கள் வேதியி யலின் மிகவும் முக்கியமான, சுவையான பிரச் சினைகளை மட்டுமே குறிப்பிட முயன்றுள்ளனர்.

இந்தப் புத்தகம் மூலகப் படியமைப்பு அட் டவணையை விவரித்து அதற்கு விளக்கம் தரு கிறது;

விசித்திரமான காட்சிப் பொருள்களைக் கொண்ட வேதியியல் பொருட்காட்சிக் கூடம் எனக் கூறத்தக்கதினுள் உங்களை அழைத்துச் சென்று சுற்றிக் காட்டுகிறது;

வேதியியலார் தயாரித்திருக்கும் மிகச் சிக் கலான பொருள்களைப் பற்றியும், தனிமங்களின்

தனியொரு அணுவைக் கொண்டு அவர்கள் செயல்படக்கற்றுக் கொண்டுவிட்டது பற்றியும் உங்களுக்கு எடுத்துரைக்கிறது;

வேதியியலைச் சேர்ந்த பல்வேறு பணித் துறைகளையும் அறிமுகப் படுத்துகிறது, மனித செயற்பாட்டின் எல்லா அரங்குகளிலும் வேதி யியல் ஊடுருவிச் சென்றிருப்பதைத் தெளிவு படுத்துகிறது.

வேதியியலின் கண்டு பிடிப்புகள் பரபரப்பு ஊட்டுகிறவை. சின்னஞ் சிறியவை எனினும் அறிவு புகட்டும்படியான கதைகளின் வடிவில் இந்தக் கண்டு பிடிப்புகள் இங்கு எடுத்துரைக்கப் படுகின்றன. இந்தக் கதைகளைப் படிக்கும் நீங் கள், உள்ளங்கவரும் விஞ்ஞானமாகிய இந்த வேதியியலை இன்னும் நன்றாகத் தெரிந்து கொள் ளவும், ஆழ்ந்த முறையில் கற்கவும் ஊக்கம் பெறுவீர்கள் என நம்புகிறோம்.

முன்னுரையின் இடத்தில்

முன்னொரு காலத்தில் கல்வி கேள்வியில் சிறந்த கிழக்கு நாட்டு அரசன் ஒருவன் இருந்தான். உலகிலுள்ள எல்லா நாட்டு மக்களையும் பற்றி அவன் தெரிந்து கொள்ள விரும்பினான்.

அமைச்சர்களை அழைத்து அவன் கட்டளை இட்டான்:

''உலகிலுள்ள எல்லாத் தேசங்களின் வரலாற்றையும் நீங்கள் எழுத வேண்டும். அந்தந்த தேசத்தவரும் இதன்முன் வாழ்ந்து வந்த நிலை என்ன, தற்போது வாழும் நிலை என்ன, அவர்கள் என்ன செய்கிறார்கள், இதுகாறும் அவர்கள் புரிந்துள்ள போர்கள் எவை, தற்போது புரிகின்றவை எவை, பல்வேறு நாடுகளிலும் செழித்தோங்கும் தொழில்களும் கலைகளும் யாவை என்றெல்லாம் நீங்கள் எனக்குத் தெரிவிக்க வேண்டும்.''

இதனைச் செய்து முடிக்க அரசன் அவர்களுக்கு ஐந்து ஆண்டு அவகாசம் அளித்தான்.

அமைச்சர்கள் வாய் பேசாமல் சிரம் தாழ்த்தி இவ்வேலையை ஏற்றனர். உடனே அவர்கள் நாட்டிலுள்ள பேரறிஞர்கள் எல்லோரையும் கூப்பிட்டு அரசனது விருப்பத்தை அவர்களுக்கு அறிவித்தனர். இதனால் அந்நாட்டில் தோல் ஏட்டுத் தயாரிப்புத் தொழில் என்றும் காணாத ஏற்றம் பெற்றதாகச் சொல்லப்படுகிறது.

ஐந்து ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு அமைச்சர்கள் அரண்மனைக்கு வந்து அரசனிடம் கூறினார்கள்:

''மாமன்னனே, தாங்கள் இட்ட ஆணையை

நிறைவேற்றி முடித்துள்ளோம். சன்னல் வழியே வெளியே பாருங்கள், நீங்கள் விரும்பியது உங்கள் கண்ணெதிரே காட்சிதரக் காண்பீர்கள்...''

வியப்புற்ற அரசன் கண்களைக் கசக்கிக் கொண்டான். அரண்மனைக்கு முன்னால் ஒன்றின் பின் ஒன்றாய் ஒட்டகங்கள் நின்றிருந்தன. கண்ணுக்கு எட்டும் தொலைவுக்கு நீண்டு சென்றது அந்த ஒட்டக வரிசை. ஒவ்வொரு ஒட்டகமும் இரு பெரும் பொதிகளைச் சுமந்து கொண்டு நின்றது. ஒவ்வொரு பொதியிலும் மொராக்கோ தோலில் அட்டையிடப்பட்ட பத்து பெரிய புத்தகங்கள் இருந்தன.

''என்ன இதெல்லாம்?'' என்று கேட்டான் அரசன்.

''உலகின் வரலாறு,'' என்று அமைச்சர்கள் பதிலளித்தனர். ''தங்கள் ஆணையை நிறைவேற்றுவதற்காக நாட்டின் பேரறிஞர்கள் ஐந்து ஆண்டுகளாய் அயராது பாடுபட்டதன் விளைவு இது!''

''என்னைக் கேலியா செய்கிறீர்கள்?'' என்று அரசன் சீறினான். ''எனது எஞ்சிய வாழ்நாள் முழுவதையும் செலவிட்டாலுங்கூட இவர்கள் எழுதியிருப்பதில் பத்தில் ஒரு பங்கைக்கூட படித்து முடிக்க முடியாதே! சுருக்கமான வடிவில் வரலாற்றை எழுதும்படிச் சொல்லுங்கள். முக்கிய நிகழ்ச்சிகள் யாவும் அடங்கியிருக்க வேண்டும்,'' என்றான் அரசன்.

இதற்கு அவன் மேலும் ஓராண்டு அவகாசம் அளித்தான்.

ஓராண்டு கழிந்தது, திரும்பவும் அரண்மனை முன்னால் ஒட்டகங்களது நீள் வரிசை ஒன்று வந்து

நின்றது. இப்போது பத்து ஒட்டகங்களே இருந்தன. ஒவ்வொன்றிலும் பத்து புத்தகங்கள் அடங்கிய இரண்டு பொதிகள் ஒவ்வொரு ஒட்டகத்தின் மீதும் இருந்தன.

அரசன் மறுபடியும் கடிந்து கொண்டான்.

''எல்லா நாடுகளிலும் எல்லாக் காலங்களிலும் நடந்துள்ளவற்றுள் தலையாயதைமட்டும் எழுதித்தரட்டும், இதற்கு எவ்வளவு காலம் தேவைப்படும்?''

பேரறிஞர்களுக்கு எல்லாம் பேரறிஞராகத் திகழ்ந்தவர் அரசனுக்கு எதிரே வந்து பதிலளித்தார்:

''வேந்தனே, நாளைக்கே தங்கள் விருப்பம் ஈடேற்றப்படும்!''

''நாளைக்கேவா?'' என்றான் அரசன் வியப்புடன். ''நல்லது, ஆனால் என்னை ஏமாற்றுவீர்களாயின் தலை போய்விடும்,'' என்று எச்சரித்தான்.

... மறுநாள் ஆதவன் உதிர்த்து மொக்குகள் இதழ் விரித்து முழுப்பொழிவுடன் மலர்ந்ததுதான் தாமதம், அரசன் அந்தத் தலைமைப் பேரறிஞனை வருமாறு அழைத்தான்.

சந்தன மரத்தாலான சிறு பேழை ஒன்றை ஏந்தியவாறு தலைமைப் பேரறிஞர் அரசனெதிரே வந்தார்.

''மாமன்னனே, எல்லா நாடுகளின் வரலாற்றிலும் எக்காலத்திலும் நடந்துள்ளவற்றில் தலைமையான நிகழ்ச்சிகள் இதனுள் குறிக்கப்பட்டிருக்கக் காண்பாய்,'' என்று சொல்லி தலைமைப் பேரறிஞர் தலை குனிந்து அரசனை வணங்கினார்.

அரசன் அந்தப் பேழையை வாங்கித் திறந் தான். அதனுள் ஊதாப் பஞ்சணையின் மீது ஒரு சிறு தோல் ஏடு ஒன்று இருந்தது. அதில் எழுதப் பட்டிருந்த சிறு வாசகம் வருமாறு: ''மனிதர்கள் பிறந்தனர், வாழ்ந்தனர், இறந்து போயினர்.''

அந்தப் புராதனக் கதை அவ்வாறுதான் கூறுகிறது. வேதியியல் குறித்து சுவையான புத் தகம் எழுத வேண்டும், செலவாகும் காகிதத் தின் அளவு (அதாவது புத்தகத்தின் பருமன்) குறைவாய் இருக்க வேண்டும் என்று சொன்ன தும், இந்தக் கதை எங்கள் நினைவுக்கு வந்தது. மிக முக்கிய விவரங்களை மட்டுமே எழுத வேண் டும் என்பதே இந்தக் கதையின் உட்பொருள். ஆனால் வேதியியலில் மிக முக்கிய விவரங்கள் எவை?

''பொருள்களையும் அவற்றின் உருமாற்றங் களையும் பற்றி விஞ்ஞானமே வேதியியல் எனப் படுவது.''

அந்தச் சந்தன மரப் பேழையினுள் இருந்த அந்த சிறு வாசகம் உடனே எங்கள் நினைவுக்கு வந்ததில் தவறில்லை அல்லவா?

நாங்கள் ஆலோசித்துப் பார்த்தோம், மண் டையை உழைத்துக் கொண்டோம். வேதியிய லில் எல்லாமே முக்கியமானவையே என்ற முடி வுக்குத் தான் வர முடிந்தது. ஒருவருக்கு ஒன்று முக்கியமாகவும், வேறொன்று முக்கியமல்லாத தாகவும் தோன்றும். உதாரணமாய், அனங்கக வேதியியலார் அனங்கக வேதியியலே உலகின் அச் சாணி என்பதாகக் கருதுவார். ஆனால் அங்கக வேதியியலார் இதற்கு நேர்மாறான கருத்துடை

யவராய் இருப்பார். இது குறித்து மனத்துக்கு இனிய கருத்து ஒற்றுமை நிலவில்லை.

நாகரிகம் என்பது எண்ணற்ற பலவற்றின் தொகுப்பே ஆகும். இவற்றுள் மிக முக்கியமானவற்றுள் ஒன்றுதான் வேதியியல்.

தாதுக்களிலிருந்தும் கனியங்களிலிருந்தும் உலோகங்களை உருக்கியெடுக்க வேதியியல் உதவுகிறது. வேதியியல் இல்லையேல் நவீன உலோகத் தொழில் சாத்தியமன்று.

பிராணி, தாவரம், கணிமம் ஆகியவற்றின் பொருள்களிலிருந்து வேதியியல் மேலும் மேலும் விந்தையான பல பொருள்களை உருவாக்கித் தருகிறது.

இயற்கையை அது காப்பியடிப்பதுடன் நிற்பதில்லை, ஆண்டுக்கு ஆண்டு மேலும் மேலும் பல்வேறு விதமான வழிகளில் அது இயற்கையை மிஞ்சிச் சென்று சாதனைகள் புரிகிறது. இயற்கையில் காண முடியாத பல்லாயிரக்கணக்கான பொருள்கள் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவை முக்கியத்துவம் வாய்ந்த பயன்தரும் இயல்புகள் உடையவை, மனிதனது வாழ்வுக்கும் செயல்களுக்கும் பெரிதும் பயன்படுகிறவை.

வேதியியல் ஆற்றியிருக்கும் நற்பணிகளுக்கு அளவே இல்லை.

வாழ்க்கையின் ஒவ்வோர் அம்சமும் எண்ணிலடங்காத வேதியியல் நிகழ்ச்சிப் போக்குகள் உள்ளடங்கியதாய் இருக்கிறது. வேதியியல் விதிகளை அறியவில்லை எயில் ஜீவச் செயற்பாடுகளின் அடிப்படைகளைப் புரிந்து கொள்வது சாத்தியமன்று.

மனிதனது பரிணும வளர்ச்சியில் வேதியியல் தக்க பங்கு ஆற்றியிருக்கிறது.

வேதியியல் நமக்கு உண்ண உணவும், உடுக்க உடையும், பாதத்துக்கு மிதியடியும், நாகரிக மடைந்த நவீன சமூகம் இயங்குவதற்கு இன்றிய மையாத ஏனையவற்றையும் கொடுத்து உதவு கிறது.

முதலாவது ராக்கெட்டுகளை மனிதன் ஏற் கெனவே விண்வெளியினுள் செலுத்தி வெற்றி கண்டிருக்கிருன். இவற்றின் மோட்டார்களுக்கு எரிபொருளையும், இந்த ராக்கெட்டுகளை அமைப் பதற்கு வேண்டிய வெப்பம் தாங்கும் வலு மிகுந்த பொருள்களையும் தயாரித்து அளித்தது வேதியியல்தான்.

வேதியியலைப் பற்றிய யாவற்றையும் அவற் றின் எல்லா அம்சங்களிலும் முழுச் சிறப்பிலும் விவரமாய் யாரேனும் எழுத முயலுவாராயின், மிகுந்த வளர்ச்சியடைந்த அரசின் காகிதக் கை யிருப்பு பூராவும் தீர்ந்து விடும்படியான அபாயம் ஏற்படும். நல்ல வேளையாக யாருக்கும் அம்மாதிரி யான எண்ணம் இதுகாறும் உதிக்கவில்லை. ஆனுல் இங்கு நம்முன் உள்ள பணி அதை ஒத்ததுதான்.

இந்த இக்கட்டான நிலைமையிலிருந்து விடுபட நாங்கள் ஒரு வழி கண்டோம். விதம் விதமான மிகப் பலவற்றையும் எடுத்துக் கொண்டு, ஒவ் வொன்றைப் பற்றியும் சுருக்கமாகச் சில பக் கங்கள் எழுதுவதெனத் தீர்மானித்தோம். எழுது வதற்கு எவற்றைத் தேர்ந்தெடுப்பது என்பது அவரவரது விருப்பத்தைப் பொறுத்தது. எங்க ளுக்குப் பதில் வேறு யாரேனும் இப்புத்தகத்தை

எழுதியிருந்தால் அவர்கள் வேறு பலவற்றைத் தேர்ந்தெடுத்திருப்பார்கள். ஆனால் இது எங்களுடைய புத்தகம், இதை எங்களுக்கு உரிய முறையில் எழுதியுள்ளோம். அதனால், நீங்கள் தெரிந்து கொள்ள விரும்புகிற ஏதேனும் ஒன்று இப்புத்தகத்தில் இடம் பெறுமற்போகுமாயின், அதற்காக எங்களைக் கடிந்து கொள்ளலாகாது.

பொருளடக்கம்

பாம்பின் வாயில் அதன் வால்

ஒரு இரசாயனக் காட்சி சாலை

அதன் கண்களால்

இரசாயனம் விரிவாகப் பரவுகிறது...

பெரிய வீட்டில் வசிப்பவர்கள்



படியமைப்புத் திட்டத்தின் மேலமைப்பு

ஏதுவாகத் தான் இருக்கட்டுமே—முதல் முறை, அதுவும் மேலெழுந்த வாரியாகப் பார்த்தலில் என்ன பயனடைய முடியும்? பார்த்தவனிடத்தில் ஒரு வேளை சிறிது வியப்புணர்ச்சி தோன்றலாம். அரிதிலும் அரிதாக இந்த வியப்பு மிகுந்து அதிசய உணர்ச்சியாதலும் கூடும்—மிருகக் காட்சி சாலையில் ஒட்டைச் சிவிங்கியைப் பார்த்தவன், "இது உண்மையாக இருக்க முடியாது," என்று கூறிய கதை போல.

ஆயினும் பொருளோ, நிகழ்ச்சியோ எவ்வது ஒன்றையும் அறிந்து கொள்ளும் முயற்சியில் முதல் படியினுல், அல்லது தூரத்துப் பார்வையினுல் சிறிது நன்மை விளைதலும் கூடும்.

மெண்டலீஃபின் மூலகப் படியமைப்பு [Mendeleyev's Periodic System of Elements] ஒரு பொருளோ, நிகழ்ச்சியோ அல்ல. இயற்கையின் மாபெரும் சட்டங்களுள் ஒன்ருகிய மீள் படியமைப்பு சட்டத்தின் [the Periodic Law] சிறப்பான தன்மைகளைப் பிரதிபலிக்கும் ஒரு வகை ஆடி போன்றது அவ்வமைப்பு. பூவுலகில் இயற்கையாகவும், செயற்கையாக மனிதனுல் உருவாக்கப்பட்டதாகவும் உள்ள சுமார் நூறு மூலகங்களின் தன்மைகளையும், மாற்றங்களையும் கட்டுப்படுத்தும் ஒரு விதி முறை அல்லது மூலகங்கள் குடியிருக்கும் பெரியதொரு வீட்டிலே அமுலாகும் சட்ட திட்டங்களின் தொகுதி எனலாம்...

இப்பெரிய வீட்டை முதல் முறையாகப் பார்க்கும் போதே பல விஷயங்களைத் தெரிந்து கொள்ளுகிருேம். நமக்கு முதலில் ஏற்படுவது

வியப்புணர்ச்சி தான்: பெரிய ஜன்னல்களும் வழிகளும் அமைந்த தரமான கட்டிடங்களின் இடையிலே அழகான, ஆனுல் குருட்டுப் போக்கிலமைந்த ஒரு வட்டைப் பார்ப்பது போல.

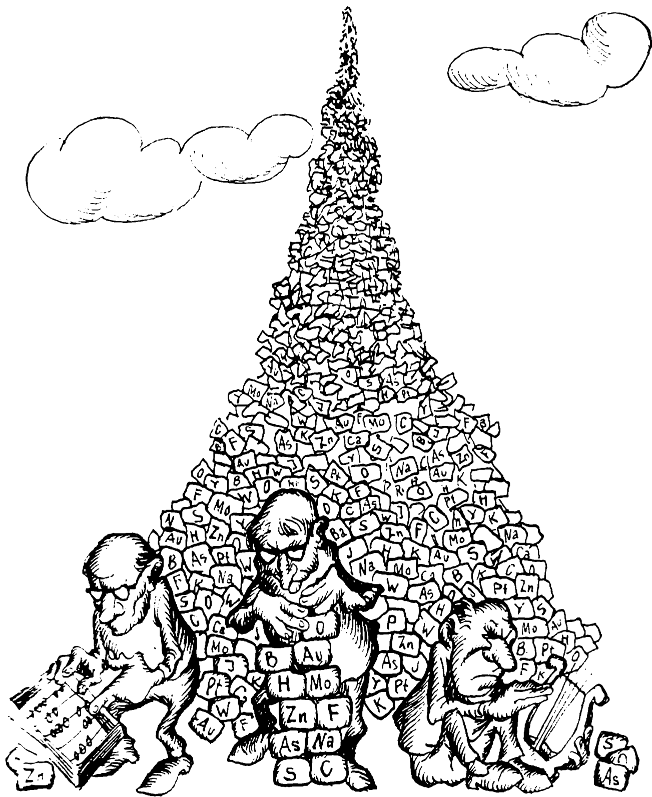
மெண்டலீஃபின் வரிசை அமைப்பிலே வியப்பூட்டுவது எது? முதலாவதாக அதனுடைய வரிசைகள், அதாவது மாடிகள் வேறு வேறு தள அமைப்புக் கொண்டவை என்பது.

முதல் மாடி, அதாவது மெண்டலீஃபின் படியமைப்பின் முதல் வரிசை, இரண்டே அறைகள் அல்லது பெட்டிகள் கொண்டதாயிருக்கிறது. இரண்டாவது, மூன்ருவது வரிசைகளில் ஒவ்வொன்றிலும் எட்டு அறைகள் உள்ளன. அதற்கடுத்த இரண்டில், ஒவ்வொன்றிலும் தங்கும் விடுதியில் இருப்பதுபோல் 18 அறைகள் இருக்கின்றன. அதற்கும் கீழுள்ள இரண்டில் இதற்கும் அதிகமாக அதாவது ஒவ்வொன்றிலும் 32 அறைகள் உள்ளன. இத்தகையதொரு கட்டிடத்தை நீங்கள் பார்த்ததுண்டா?

மூலக மீள் படியமைப்பு அட்டவணே என்று கூறப்படும் மூலகங்களின் பெரிய வீட்டின் வடிவம் இப்படித்தான் அமைந்திருக்கிறது.

கட்டிடக் கலேஞன் யாரோ ஒருவனது விசித்திரப் போக்கு தாஞே இது? இல்லே. எந்தக் கட்டிடமுமே பௌதிகச் சட்டங்களுக்குட்பட்டுத் தானே கட்டப்பட வேண்டும். இல்லாவிடில் மெல்லிய காற்று அடித்தாலே கட்டிடம் இடிந்து விடும் அல்லவா?

மூலக அட்டவணேயின் அமைப்பிற்கு அடிப்படையான பௌதிகச் சட்டங்களும் இதுபோல்



மீற முடியாதவை. ஒவ்வொரு வரிசையிலும் இத்தனை மூலகங்கள் தானிருக்கலாம் என்று இச் சட்டங்கள் வரையறுத்துக் கூறுகின்றன. உதாரணமாக, முதல் வரிசையில் இரண்டே மூலகங்கள் தான். அதற்கு அதிகமோ, குறைவோ இருக்க கூடாது என்பதை பூதவியல் அறிஞர்கள் உறுதி

யாகக் கூறுகிறுர்கள். அதை வேதியியல் அறி ஞர்களும் முழுமையாக ஆமோதிக்கிருர்கள்.

இத்தகைய கருத்தொற்றுமை எப்பொழுது மே இருந்ததாகக் கூறுவதற்கில்லை. இது பற்றிப் பூதவியல் அறிஞர்கள் ஒன்றுமே கூருத காலமும் உண்டு. அப்பொழுது இந்த மீள் படியமைப்புச் சட்டம் அவர்கள் கவனத்தை ஈர்க்கவில்லை. வேதி யியல் அறிஞர்கள் மிகவும் தொல்லைப்பட்ட காலம் அது. ஒவ்வொரு ஆண்டும் புதுப்பது மூலகங்களைக் கண்டு பிடித்துக் கொண்டிருந்த வேதியியல் விஞ்ஞானிகளுக்கு அட்டவணையில் அவற்றைச் சரியான இடங்களில் பொருத்துவது மிகவும் கஷ்டமாக இருந்தது. மேலும் இந்தப் படியமைப்பின் ஒரே பெட்டியில் இடம் பெறப் பல்வேறு மூலகங்கள் போட்டிக்கு நின்ற தொந் தரவான நிலைகளும் ஏற்பட்டன.

மெண்டலீஃப் அட்டவணையின் அடிப்படைத் தன்மையை நம்பாத பல விஞ்ஞானிகள், அது மணல் மேல் அமைந்த கட்டிடம் என்று கருதி னர். அவர்களில் ஜெர்மன் விஞ்ஞானி புன்ஸனும் ஒருவர். தன் நண்பர், கிர்ஹாவின் துணையுடன் நிறமாலைப் பகுப்பாய்வு முறையைக் கண்டு பிடித் தவர். இத்தகைய மேதை மூலக ஆவர்த்தனச் சட்டத்தைப் பொருத்தவரை, குறுகிய நோக் கம் கொண்டவராயிருந்தாரென்பது இன்று நமக்குப் புரிந்து கொள்ள முடியாத தொன்று. ஒரு சமயம் கடும் சினத்தில் இவர் ''பங்கு மார்க்கெட் அறிவிப்புப் பட்டியலில் அடிப்படைச் சட்டங்களைத் தேடுவது தானே!'' என்று கூறி ஞராம்.

அக்காலத்தில் அறியப்பட்ட அறுபதுக்கும் அதிகமான மூலகங்களை ஏதோ ஒரு வகையாக வரிசைப்படுத்த மெண்டலீஃபுக்கு முன்னுலேயே முயற்சிகள் செய்யப்பட்டன. ஆயினும் அம் முயற்சிகள் தோல்வியுற்றன. ஆவர்த்தன விதியின் அடிப்படையிலமைத்த மெய்ப்பாட்டை ஓரளவு புரிந்து கொண்டவர் நியூலாண்ட்ஸ் என்ற ஆங் கிலேயர். மூலகங்களை அவைகளின் அணு எடை ஏறு வரிசையாக அடுக்கினுல், சங்கீதத்தின் ஸ்தாயி அமைப்பில் ஒவ்வொரு எட்டாவது ஸ்வரமும் முதல் ஸ்வரமாகவே உயர் மட்டத்தில் மீண் டும் வருவது போல, ஒவ்வொரு எட்டாவது மூலகத்தின் குணங்கள் முதல் மூலகத்தை ஒத் ததாகவே இருந்ததென அவர் கண்டறிந்தார். ''முதலெழுத்து வரிசைப்படி மூலகங்களை அமைப் பது தானே? அப்பொழுதும் அதாவது ஒரு அடிப் படைத் தத்துவம் கிடைத்தாலும் கிடைக்குமே,'' என்பது தான் இதற்கு எதிர்ப்பேச்சுக்காரர்களின் பதில்!

பாவம் நியூலாண்ட்ஸ்! எள்ளி நகைக்கும் தனது எதிராளிக்கு அவர் என்ன பதில் கூற முடி யும்? ஆரம்ப காலத்தில் மெண்டலீஃபின் படி யமைப்புக்குச் சாதகமான சூழ்நிலை இல்லை. அதன் உள்ளமைப்பில் பல விளங்காத பகுதிகள் இருந் தன. ஆகவே அது மூர்க்கமான தாக்குதலைச் சமாளிக்க வேண்டியிருந்தது. அக்காலத்தில் ஒரு அரைடஜன் புதிய மூலகங்களைக் கண்டு பிடிப்ப தென்பது அவற்றுக்கு இப்படியமைப்பு அட்ட வணையில் பொருத்தமான இடங்களைக் கண்டறி வதை விட எளிதாக இருந்தது.

முதல் அடுக்கில் மட்டுமே அமைப்பு திருப்தி கரமாக இருந்தது. திடீரென்று வரும்விருந்தாளி களைப் போல் மூலகங்களும் வந்து நுழைந்து விடும் என்ற பயம் முதல் அடுக்கில் இல்லை. தற் போது இந்த அடுக்கில் ஹைடிரஜனும், ஹீலி யமும் குடியிருக்கின்றன. ஹைடிரஜன் அணு வின் கருமின்னேற்றம் +1, ஹீலியம் அணுவுக்கு +2. இவை இரண்டிற்கும் நடுவில் வேறு எந்த மூலகமும் இருக்க முடியாதென்பது தெளிவாகத் தெரிகிறது. இயற்கையில் நாமறிந்த வரையில் ஒன்றுக்குக் குறைந்த மின் ஏற்றம் கொண்ட அணுக்கருவோ அல்லது வேறு துகளோ இல்லை.

(அண்மையில் பூதவியல் அறிஞர்கள் பலர் 'க்வார்க்ஸ்' [quarks] என்னும் சிறு துகள்கள் இருப் பதாகக் கருதுகிறார்கள். இவற்றிலிருந்து அணுக் கருவின் பகுதிகளாகிய ப்ரோடான் [proton], நியூட் ரான் [neutron] உள்ளிட்ட மற்ற யாவற்றையும் உருவாக்க முடியும் என்றும், இவற்றுக்கு ஒன் றுக்குக் குறைந்த—$+^1/_3$யும் —$^1/_3$யும்—மின் ஏற் றங்கள் உண்டெனவும் கொள்ளுகிறார்கள். இது உண்மையாக இருந்தால், உலகத்தின் தூல ஒழுங்கமைப்பு ஒரு புதிய கண்ணோட்டத்தில் தென்படும்.)

வானவியலாளர் வேதியியல் அறிஞர்களை கண்ணைக்கட்டி காட்டில் விட்டது எவ்வாறு

''மூலகப் படியமைப்பு அட்டவணை ஹைடி ரஜனில் தான் தொடங்க வேண்டுமென்று எனக்குத் தோன்றவில்லை.''

இவ்வார்த்தைகள் யாருடையவை என்று எண்ணுகிறீர்கள்? தனக்குத் தோன்றியவாறெல்லாம் படியமைப்புச் சட்டங்களை உருவாக்கு அல்லது மாற்றியமைக்க முயற்சிக்கும் கற்றுக்குட்டி ஆய்வாளர் ஒருவரின் வார்த்தைகளாகத்தானே இவை இருக்க முடியும். வெப்ப இயக்க இயலில் விவாதிக்கப்படும் அனுபவத்துக்கு முரணான பொறிகளைப் போல பல்வகைப்பட்ட படியமைப்புச் சட்டங்கள் கற்றுக்குட்டி ஆய்வாளர்களால் தோற்றுவிக்கப்பட்டதும் உண்மைதான். அது போகட்டும்.

மேற்குறிப்பிட்ட வார்த்தைகளை எழுதியவர் டி. மெண்டலீஃப் என்பது வியப்பைத் தருகிறதல்லவா? அவரது **வேதியியலின் அடிப்படை** என்ற புகழ் பெற்ற புத்தகத்தில் தான் இக்கூற்று காணப்பட்டது. வெளியிடப்பட்ட காலத்தில் பல்லாயிரக்கணக்கான மாணவர்களால் பயன்படுத்தப்பட்ட புத்தகம் அது.

படியமைப்புச் சட்டத்தின் சிருஷ்டி கர்த்தா இப்படி அறியாமை தோற்றுவது போல் எழுதக் காரணம் என்ன?

அவருடைய காலத்தில் இத்தகைய தவறுகள் நேர்வதற்கும் காரணங்கள் இருந்தன. அப்போது மூலகங்கள் அணு எடையின் ஏறு வரிசையில் அமைக்கப்பட்டன. ஹைடிரஜனுக்கு அணு எடை 1.008, ஹீலியத்துக்கு—4.003. எனவே 1.5, 2, 3 என்ற அணு எடைகளைக் கொண்ட மூலகங்களோ அல்லது ஹைடிரஜனை விட இலேசான, ஒன்றுக்குக் குறைந்த அணு எடையுள்ள மூலகங்களோ இருக்கலாமென்று ஏன் கொள்ளக் கூடாது?

மெண்டலீஃபும், மற்றும் அனேக வேதியியல் அறிஞர்களும் இவ்வாறு இருக்க முடியும் என்று எண்ணினார்கள். இவ்வெண்ணத்திற்கு அக்காலத்திய வான ஆராய்ச்சியாளர்களின் கருத்தும் பக்கபலமாயிருந்தது. வேதியியலுடன் சிறிதும் தொடர்பில்லாத அக்காலத்து வான இயலின் பிரதிநிதிகள் வேதியியல் அறிஞர்களுக்கு தந்த ஆதரவு விருப்பத்துடன் தரப்பட்டதென்று கூற முடியாது. ஏனெனில் இவர்கள் தாம் முதன் முதலில், புதிய மூலகங்கள் ஆராய்ச்சிக் கூடத்திலும், பூமியில் கிடைக்கும் மூலகங்களைப் பிரித்தாய்வதிலும் மாத்திரமன்றி வேறு வகையிலும் கண்டுபிடிக்கப்படலாமென்று நிரூபித்தனர்.

ஆங்கிலேய வானாராய்ச்சியாளரான லாக்கியரும், ஜேன்ஸன் என்னும் பிரெஞ்சு வான இயல் நிபுணரும் 1868ல் பூரண சூரிய கிரஹணத்தை ஆராயுங்கால், நிறமாலைப் பகுப்பாய்வுக் கருவியின் முப்பட்டகக் கண்ணாடி வழியாக, கண்ணைக் கூசச் செய்யும் சூரியனின் விளிம்பின் ஒளியைப் பாய்ச்சினார்கள். நெருக்கமாகக் காணப்பட்ட நிறமாலைக் கோடுகளில் பூமியில் அறியப்பட்ட, எந்த மூலகத்தினதுமல்லாத சில கோடுகளைக் கண்டார்கள். இப்படித்தான் ஹீலியம் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. ஹீலியம் என்ற பெயர் சூரியனைக் குறிக்கும் [solar] கிரேக்க வார்த்தையிலிருந்து வந்தது. இதற்கு 27 ஆண்டுகளுக்குப் பிறகுதான் வில்லியம் க்ரூக்ஸ் என்ற ஆங்கிலேய விஞ்ஞானி பூமியில் ஹீலியத்தைக் கண்டு பிடித்தார்.

அவரது சாதனையின் விளைவு எல்லோரையும் தொற்றிக்கொண்டது. வானூராய்ச்சி நிபுணர்கள் தங்கள் தொலை நோக்கிக் கருவிகளை வெகு தூரத்திலுள்ள நட்சத்திரங்களையும் ஒளிப்படர் களையும் நோக்கித் திருப்பினர். அவர்கள் கண்ட உண்மைகள், வானூராய்ச்சி பற்றிய ஆண்டறிக்கை புத்தகங்களில் வெளியிடப்பட்டன. அவற்றுள் சில, வேதியியல் பத்திரிகைகளிலும் இடம் பெற் றன. எல்லையற்ற வான வெளியல் புதிய மூல கங்கள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டதாக, இவை கூறின. இம்மூலகங்கள் கொரோனியம், நெபுலியம், ஆர்க்கோனியம், ப்ரோடோஃபுளூரின் என்ற தட புடலான பெயர்களால் குறிப்பிடப்பட்டன. இந்தப் பெயர்களைத் தவிர, வேதியியல் அறிஞர்கள் இப்புதிய மூலகங்களைப் பற்றி எதுவும் அறிய வில்லை. ஆனூல் ஹீலியத்தின் கதையையும், அதன் நல்ல முடிவையும் மனதில் கொண்டு, வேதியி யல் அறிஞர்கள் இப்புதிய வாசைவாசிகளை மூலக ங்கள் படியமைப்பில் அவசரமாகப் பொருத்தினர். ஹைடிரஜனுக்கு முன்னூலோ அல்லது அதற்கும், ஹீலியத்திற்குமிடையிலோ இவற்றை வைத்தனர். எதிர் காலத்தில் புதிய விஞ்ஞானிகள் கொரோ னியமும், மற்ற மர்மமான முலகங்களும் பூமியி லும் இருக்கின்றன என்று நிரூபிப்பார்கள் என்று இவர்கள் நம்பினூர்கள்.

ஆயினும் பூதவியலறிஞர்கள் மீள் படிய மைப்பை ஆராயத் தொடங்கியதும் மேற்கூறிய நம்பிக்கைகள் தகர்ந்து போயின. மீள் படிய மைப்புச் சட்டத்திற்கு அணுவெடைகள் நம்பக மான அடிப்படையாக அமையவில்லை. அவற்றுக்குப்

பதில் அணுக்கருவின் மின்னேற்றம் அல்லது அணுவெண் கொள்ளப்பட்டது.

மீள் படியமைப்பில் ஒரு மூலகத்திலிருந்து அடுத்த மூலகத்திற்குச் செல்லுங்கால் இந்த அணுக்குரு மின்னேற்றமும் ஒரு அலகு கூடுகிறது.

காலம் செல்லச் செல்ல வானராய்ச்சியின் நுண்கருவிகள் இனந்தெரியாத நெபுலாக்களைப் பற்றிய கதைகளைப் பொய்யெனக் காட்டின. கண்டுபிடிக்கப்பட்டவையெல்லாம் வெகு கால மாகவே தெரிந்திருந்த மூலகங்களின் அணுக்கள் தாம் என்றும், அவ்வணுக்கள் தங்கள் கட்ட மைப்பில் சில மின்னணுக்களை இழந்த நிலையில் அபூர்வமான நிறமாலைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன என்றும் தெரிய வந்தது. வானவெளியில் தோன் றிய புதியவர்களின் அறிமுக ஏடுகள் பொய் யென்று தெரிந்தது.

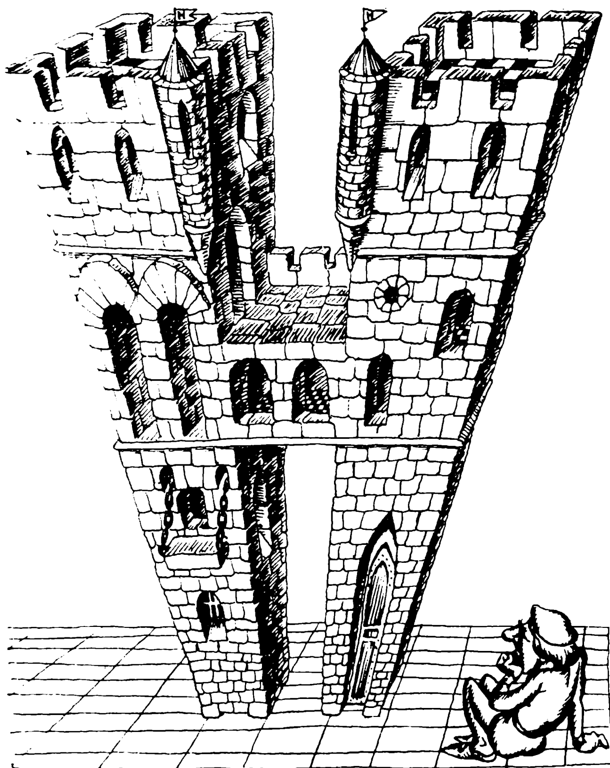
இருமுகம் கொண்ட ஒரு மூலகம்

பள்ளியில் வேதியியல் பாடம் நடக்கும் போது, கீழ்க்கண்டபடி ஒரு சம்பாஷணையைக் கேட்டிருப்பீர்கள்.

ஆசிரியர்: ''மூலகப் படியமைப்பு முறையில் ஹைடிரஜன் எந்த இனத் தொகுப்பில் உள்ளது?''

மாணவர்: ''முதல் தொகுப்பில். ஏனெனில் இத்தொகுப்பின் மற்ற கார மூலகங்களாகிய [alkali metals] லிதியம், சோடியம், பொட்டாஷி யம், ருபீடியம், சீஸியம், ஃப்ரான்ஸியம் முத லியவற்றைப் போல் ஹைடிரஜன் அணுவின் ஒரே மின் கூட்டில் [electron shell] ஒரே ஒரு மின் அணு

தான் இருக்கிறது. அவைகளைப் போல ஹைடிரஜனும் கூட்டுப் பொருள்களை உண்டாக்கும் போது ஒரு நேர் இணை திறன் [positive valence] கொண்டிருக்கிறது. மேலும் சில உப்புக்களிலிருந்து ஹைடிரஜன் அவற்றிலுள்ள உலோகங்களை இடமாற்ற முறையில் வெளியேற்றுகிறது.''



இது உண்மையா? ஆம், ஆனால் பாதிதான் உண்மை...

வேதியியல் ஐயம் திரிபுகளுக்கு இடம் அளிக்காதது. வேதியியல் அறிஞர்கள் அரை-உண்மைகளை விரும்புவதில்லை. ஹைடிரஜன் இதற்கு ஓர் நல்ல உதாரணம்.

ஹைடிரஜனுக்கும், முதல் இனத் தொகுப்பின் கார உலோகங்களுக்கும் உள்ள பொதுத் தன்மைகள் என்ன? அவற்றின் நேர் இணை திறன் ஒன்று என்பது தான். அவற்றின் வெளி மின் அணுக் கூடுகள் ஒத்த அமைப்புக் கொண்டவை. மற்ற குணங்களில் அவற்றுள் ஒற்றுமையே இல்லை. ஹைடிரஜன் ஒரு உலோகம் அல்ல. அதன் மூலக்கூறு இரண்டு அணுக்கள் கொண்டது. முதல் தொகுதியின் ஏனைய மூலகங்கள் உலோகங்களே. வேதிவினையைப் பொருத்தவரை கார உலோகங்கள் மிக்க வீர்யமுடையவை. தனது ஒரே மின் அணுவை வைத்துக் கொண்டு, ஹைடிரஜன் ஒரு கார உலோகத்தைப் போல வேடம் தரிக்கப் பார்க்கிறது—ஆட்டில் தோலை ஓநாய் போர்த்தது போல.

மூலகப் படியமைப்பு என்னும் இந்தப் பெரிய வீடு ஒன்றையொன்று ஒத்த மூலகங்கள், ஒன்றன் மேல் ஒன்றான மாடிகளில் — தொகுதி, உப தொகுதிகளைக் கொண்டு தனித்தனியே வசிக்கும் படி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இப்பெரிய வீட்டில் வசிப்பவர்களுக்கு இது தான் சட்டம். முதல் தொகுதியில் சேர்வதால் ஹைடிரஜன் தவிர்க்க முடியாதபடி சட்டத்தை மீறுகிறது.

ஆனால் ஹைடிரஜன் பாவம்! எங்கு போக முடியும்? மொத்தமாக அந்தப் பெரிய வீட்டில்

ஒன்பது இனத் தொகுதிகள், ஒன்பது தனிப் உட்பமைப்புகள் இருக்கின்றன. முதல் தள வரிசை யில் ஹைடிரஜனின் அண்டை வீட்டுக்காரனாகிய லித்தியத்துக்கு இப்போது பூஜ்ய என்று கூறப் படும் இனத் தொகுதியில் தான் இருப்பிடம் கிடைத்துள்ளது. மீதமுள்ள தொகுதிகளில் இடங் கள் காலியாக உள்ளன. முதல் தள வரிசையை மாற்ற விரும்பினால் ஹைடிரஜனை வேறு இடத் தில் பொருத்த எத்துணை வழிகள் இருக்கின்றன என்று பாருங்கள்!

பெரில்லியத்தை முதலாகக் கொண்ட கார மண் [alkaline-earth] உலோகங்களுடன் ஹைடிர ஜனையும் இரண்டாவது தொகுதியில் பொருத்த முடியாதா? முடியாது. அவைகளுக்கு ஹைடிரஜ னுடன் எந்த வித ஒற்றுமையும் இல்லை. மூன்று வது, நான்காவது, ஐந்தாவது, ஆறுவது தொகுதி களுக்கும் ஹைடிரஜனுடன் எந்தவித சம்பந்த மும் இல்லை. ஏழாவது தொகுதியைப் பற்றி என்ன? பொறுங்கள்! இத்தொகுதியில் குடியிருக் கும் ஃப்ளூரின், குளோரின், ப்ரோமின் முதலிய உப்பீனிகள் [halogens] ஹைடிரஜனை சிநேக உறவு டன் அழைக்கத் தயாராக இருக்கின்றன.

... இரு சிறுவர்களின் சந்திப்பைக் கற்பனை செய்து கொள்ளுங்கள்.

‘‘உனக்கு என்ன வயது?’’

‘‘. . . . .’’

‘‘எனக்கும் அதே தான்.’’

‘‘நான் ஒரு மிதி வண்டி வைத்திருக்கிறேன்’’.

‘‘நானும் கூட’’.

‘‘உன் தந்தை என்ன வேலை செய்கிறார்?’’

''வண்டி ஓட்டியாக இருக்கிறார்.''

''எஹெறயா! என்னுடைய தந்தை கூடத் தான்.''

''நாம் நண்பர்களாக இருப்போமா?''

''ஆம். இருப்போம்.''

''நீ ஒரு அலோகமா?'' என்று ஃப்ளூரின் ஹைடிரஜனைக் கேட்கிறது.

''ஆம்.''

''நீ ஒரு வாயுவா?''

''ஆம். ஆம்.''

''நாங்களும் தான்,'' என்று ஃப்ளூரின், க்ளோரினை நோக்கித் தலையசைத்துக் கொண்டே கூறுகிறது.

''என்னுடைய மூலக்கூறில் இரண்டு அணுக்கள் உள்ளன,'' என்கிறது ஹைடிரஜன்.

''அட, எங்களுடையது போலத்தான்,'' வியப்புடன் கூறுகிறது ஃப்ளூரின்.

''மேலும், நீ எதிர் இணை திறனைக் காட்டுவாயா, அதிகப்படி மின் அணுக்களை ஏற்றுக் கொள்வாயா? எங்களுக்கு அது மிகவும் விருப்பமானது!''

''ஓ! நிச்சயமாக. என்னுடன் ஒத்துப்போகாதவை கார உலோகங்கள். ஆனல் அவற்றுடன் நான் ஹைடிரைடுகள் என்னும் சேர்க்கைப் பொருள்களைத் தோற்றுவிக்கிறேன். அவற்றில் எனது இணை திறன் —1''.

''மிக்க நன்று. எங்களுடன் சேர்ந்து விடு, நாம் நண்பர்களாக இருப்போம்.''

ஹைடிரஜன் 7வது தொகுதியில் தங்குகிறது. ஆனல் நீண்ட காலத்துக்கு அல்ல. அதன்

புதிய உறவைப் பற்றி ஓரளவு நன்கு அறிந்து கொண்ட பிறகு உப்பீனிகளில் ஒன்று ஏமாற்றத்துடன் பின் வருமாறு கூறுகிறது:

''சகோதரனே, இங்கே பார். உன்னுடைய வெளி மின் கூட்டில் அதிக எலக்ட்ரான்கள் இல்லை அல்லவா? மெய்யாக ஒன்றே ஒன்று தான். முதல் தொகுதியில் இருக்கும் பயல்கள் போலத் தான் நீயும். மீண்டும் நீ கார உலோகங்களுடன் போய்ச் சேர்வது தான் உனக்கே நல்லது.''

ஹைடிரஜனின் நிலை எவ்வளவு சிரமமானது என்று பார்த்தீர்களா? எத்தனையோ அறைகள் இருந்தென்ன? எதிலுமே நிரந்தரமாக முழு உரிமையுடன் அது தங்க முடியாது.

ஹைடிரஜனின் வியப்பூட்டும் இத்தகைய இரு முகத்தன்மை அல்லது வக்கிர குணத்தின் காரணம் யாது?

ஒரு மூலகத்தின் குறிப்பிட்ட தன்மைகள், அது மற்ற மூலகங்களுடன் இணையும் போது தான் தெரிய வருகின்றன. அப்போது அது எலக்ட்ரான்களைக் கொடுக்கிறது அல்லது பெற்றுக் கொள்கிறது. அந்த எலக்ட்ரான்கள் அதன் வெளிக் கூட்டை விட்டுச் செல்கின்றன அல்லது நுழைகின்றன. ஒரு மூலகம் தனது வெளி ஷெல்லின் எல்லா எலக்ட்ரான்களையும் இழக்கும் போது, அதன் ஏனைய மின் கூடுகள் பெரும்பாலும் மாறுதலடையாமலிருக்கின்றன. ஹைடிரஜனைத் தவிர ஏனைய எல்லா மூலகங்களும் அப்படித் தான். ஹைடிரஜன் தனது ஒரே எலக்ட்ரானை இழக்கும் பொழுது, மீதமிருப்பது அதன் அணுக் கரு மட்டுமே. எஞ்சுவது ஒரு ப்ரோடான் உண்மையில்

ஹைடிரஜன் அணுக்கருவிலிருப்பதெல்லாம் இந்த ஒரு ப்ரோடான்தான். (எப்போதுமே அது ஒரே ஒரு ப்ரோடானைக் கொண்டதல்ல, ஆனால் இந்த முக்கியமான விஷயத்தைப் பிறகு பார்ப்போம்.) எனவே, ஹைடிரஜனைப் பற்றிய வேதி இயல் பகுதி தனித்தன்மை கொண்டது. அதாவது, ப்ரோடான் என்ற அடிப்படைத் துகளைப் பற்றிய வேதி இயல் அது. ஆகவே ஹைடிரஜனின் வேதி வினைகளில் ப்ரோடான்களின் பங்கும், பாதிப்பும் அதிகம்.

ஹைடிரஜனின் வக்கிரத் தன்மைக்கு இதுவே காரணம்.

மிக வியப்பளிக்கும் முதல் மூலகம்

ஹைடிரஜனைக் கண்டு பிடித்தவர் ஒரு புகழ் பெற்ற ஆங்கில விஞ்ஞானி, ஹென்றி காவெண்டிஷ் என்பவர். அவர் காலத்தவர்களில் ஒருவர் கூறியது போல அவர் அறிவாளிகளில் பெரும் செல்வந்தர்; செல்வந்தர்களிலே பெரும் அறிவாளி. எந்த விஷயத்திலும் இழை கூடப் பிசகி நடந்து கொள்ள முடியாது அவரால். தனது சொந்த நூலகத்திலிருந்து புத்தகம் எடுக்கும் பொழுது கூட, ஒவ்வொரு முறையும் அவர் புத்தகச் சீட்டில் கையெழுத்திடுவார் என்று கூறப் படுகிறது. விஞ்ஞானிகளிலே மிகவும் அமைதியான குணமுடையவரும், ஆராய்ச்சிக்கே தன்னை அர்ப் பணித்தவரும், எப்போதும் விஞ்ஞானத்துறையில் ஆழ்ந்தவருமான அவரை, சற்றுப் பித்துத் தன் மையுள்ள ஒரு துறவி என்று பலர் கூறினர். ஆயி னும் இதே குணங்களல்லவா. அவர் ஹைடிரஜன்

என்ற புதிய வாயுவைக் கண்டு பிடிக்கக் காரணமா யிருந்தன? எளிதல்லவே, அந்தச் சாதனை!

1766ல் அவர் ஹைடிரஜனைக் கண்டு பிடித்தார். 1783ல் ஃப்ரெஞ்சுப் பேராசிரியர் சார்ல்ஸ் ஹைடிரஜன் நிரம்பிய பலூனைப் பறக்கவிட்டார்.

வேதி இயலறிஞர்களுக்கு ஹைடிரஜனைக் கண்டு பிடித்தது மிகப் பயனுள்ளதாயிருந்தது. அது அவர்களுக்கு முக்கியமான சேர்மங்களாகிய அமிலங்கள், காரங்கள் ஆகியவற்றின் அமைப் பைப் பற்றி அறிய உதவியது. உலோக உப்புக் கரைசல்களிலிருந்து உலோகங்களை வீழ் படிவு களாக்கவும், உலோக ஆக்ஸைடுகளின் ஆக்ஸிஜனை ஒடுக்கவும், ஹைடிரஜன் ஆய்வகத்தில் பயன் படுகிறது. ஹைடிரஜன் 1766ல் அல்லாமல், அதற்கு சுமார் அரை நூற்றுண்டு காலத்துக்குப் பின் கண்டு பிடிக்கப்பட்டிருந்தால் (இது வீண் கற்பனையல்ல, நடந்திருக்கக் கூடியது தான்), வேதியியலில் முன்னேற்றமானது அறிமுறையிலும், செய்முறையிலும் நீண்ட காலத்துக்குத் தடைப் பட்டிருக்கும்.

ஹைடிரஜனைப் பற்றி வேதி இயல் அறி ஞர்கள் நன்கு அறிந்து கொண்ட பின் பல முக் கிய பொருள்களைத் தயாரிப்பதில் அது செய் முறையில் பயன்படத் தொடங்கியது. அப்பொ ழுது பூதவியல் விஞ்ஞானிகளின் கவனத்தையும் அது கவர்ந்தது. பலப்பல உண்மைகள் கண்ட றியப்பட்டன. விஞ்ஞான அறிவும் பன்மடங்காகப் பெருகியது.

இதற்கு மேலும் சான்றுகள் வேண்டுமோ? முதலாவதாக, ஹைடிரஜன், ஹீலியத்தைத் தவிர,

மற்ற எந்த வாயு அல்லது திரவத்தை விடக் குறைந்த உஷ்ன நிலையில் (—259.1°Celsius) திட நிலையை அடைகிறது. இரண்டாவதாக, ஹைடிரஜன் அணுவின் உதவியால், அணுக்கருவைச் சுற்றி எலக்ட்ரான்களின் ஒழுங்கமைப்பைப் பற்றி, டென்மார்க்கைச் சேர்ந்த நீல்ஸ் போர் என்பார் கண்டறிந்தார். இவ்வறிவாலன்றி மூலகமீன் படியமைப்புச் சட்டத்தைப் பற்றிய பூதவியல் பகுதியைப் புரிந்து கொள்ள முடியாது. மேலும் இந்த அறிவுதான் மற்ற மிக முக்கியமான கண்டுபிடிப்புகளுக்கு அடித்தலமாய் அமைந்தது.

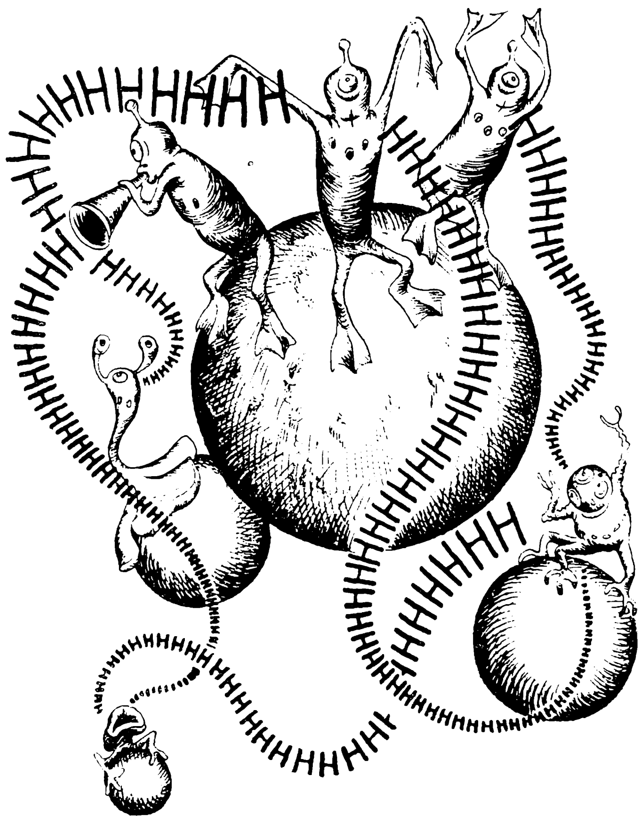
பௌதிக இயலறிஞர்கள் தொழில் முறையில் தங்களது நெருங்கிய ஹவினர்களான வான் பௌதிக இயல் அறிஞர்களிடம் [astrophysicists] தங்கள் பொறுப்பைக் கொடுத்தனர். போலும் பின்னவர்கள் நக்ஷத்திரங்களின் உள்ளமைப்பையும், உட்பொருள்களையும் பற்றி ஆய்பவர்கள் ஆவர். இவ்வான் பௌதிக இயல் அறிஞர்கள், பிரபஞ்சத்தின் முதல் தனிமம் (நிர். 1) ஹைடிரஜன் தான் என்று கூறினுர்கள். ஆகவே, அதுதான் சூரியன், நக்ஷத்திரங்கள், நெபுலாக்கள் ஆகியவற்றில் பெருமளவில் உள்ளது. மேலும், அது தாரகைகள் படர்ந்த வான்வெளி எங்கும் பரவியுள்ளது. விண்வெளியில் உள்ள மற்ற எல்லா மூலகங்களின் மொத்த அளவை விட ஹைடிரஜனின் அளவு அதிகமாக உள்ளது. பூமியிலோ, இதன் அளவு ஒரு சதவிகிதத்துக்கும் குறைவே.

சங்கிலித் தொடர்போல் ஒன்றன் பின் ஒன்ருக நடக்கும் அணுக்கரு மாற்றங்களின் துவக்கம் ஹைடிரஜனில் தான் என்று விஞ்ஞானிகள்



கருதுகிருர்கள். இத்தொடர் அணுக்கு மாற்றம் தான் அனைத்துத் தனிமங்களின் பல்வேறு அணுக்களின் தோற்றத்துக்கும் காரணமாயிற்று. அபரிமிதமான சக்தியை வெளியிட்டு ஹைடிரஜன் ஹீலியமாக மாறும். இந்த அணுக்கரு வெப்ப வினையால் [thermonuclear reaction] தான் சூரியனும், மற்ற எல்லா நக்ஷத்திரங்களும் ஒளிக்கின்றன. பிரபலமான வேதி இயல் அறிஞன் போல் திகழும் ஹைடிரஜன், பூமியில் மட்டுமன்றி, விண்வெளியிலும் ஈடு இணையற்ற வேதி விஞ்ஞானியாக விளங்குகிறது.

ஹைடிரஜனின் அணு 21 செ.மீ. அலை நீளம் கொண்ட கதிர் வீச்சை வெளியிடுகிறது என்பது அதன் மற்ருேர் சிறப்பு. இந்த அலை நீளம் பிரபஞ்சம் எங்கனும் அதே அளவினது ஆகையால், "வையக மாறிலி" [universal constant] என்று அழைக்கப்படுகிறது. விஞ்ஞானிகள் ஹைடிரஜனின் அலை வீச்சைக் கொண்டு மற்ற உல



கங்களுடன் ரேடியோ தொடர்புகளை ஏற்படுத்திக் கொள்வது பற்றி ஆராய்ந்து வருகின்றனர். அவ்வுலகங்கள் பகுத்தறிவு படைத்த உயிரிரனங்கள் கொண்டவையாக இருந்தால் அந்த உயிர்களுக்கு 21 செ.மீ. என்றால் என்ன என்பது தெரிந்திருக்கும்.

எத்தனை ஹைடிரஜன்கள் பூமியின் மேல்

ஒரு விஞ்ஞானிக்கு நோபல் பரிசுதான் எல்லாவற்றையும் விட உயர்ந்த பரிசு. இவ்வுலகில் எத்தனையோ விஞ்ஞானிகள் இருக்கிருர்கள், இருந்தார்கள். ஆனால் தோராயமாக ஒரு நூறு விஞ்ஞானிகளுக்கு மட்டுமே நோபல் பரிசு கிடைத்திருக்கிறது. சாதனைகளுக்குள் மிகச் சிறந்தவற்றுக்காக மட்டுமே அப்பரிசு கிடைக்கிறது.

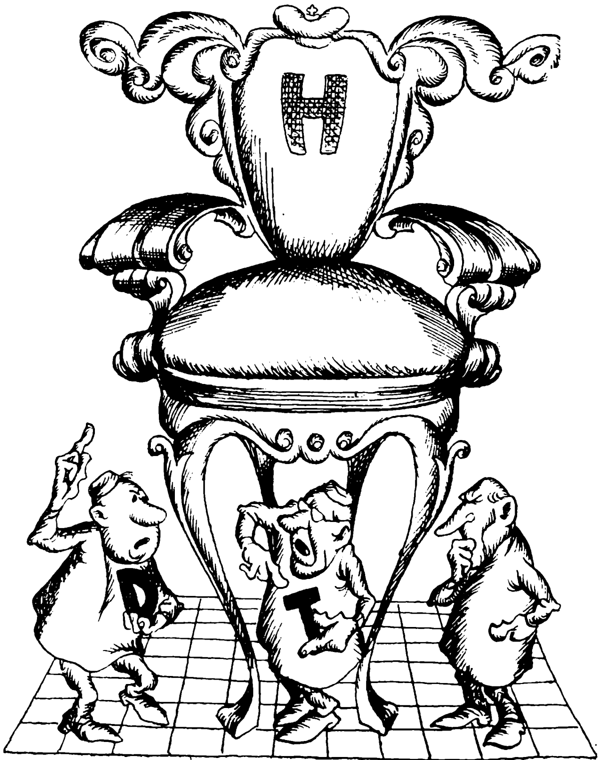
1932ல் நோபல் பரிசு பெற்றவர்களில் மூவர் மர்ஃபி, யுரே, ப்ரிக்வெட் ஆகியோர்.

ஹைடிரஜன் அணுவில் ஒரே ஒரு வகைதான் இருப்பதாக முன்பு எண்ணிஞர்கள். அதாவது அணு எடை =1 எனக் கொண்ட அணு. மர்ஃபியும் அவரது சகாக்களும் இரண்டாம் வகை ஹைடிரஜனைக் கண்டு பிடித்தார்கள். இது அணு எடை 2 கொண்ட ஹைடிரஜன் ஐசோடோப்பு (ஓரிடத் தனிமம்) ஆகும். ஐசோடோப்புகள் என்பவை ஒரே மின்னேற்றத்தைக் கொண்டாலும், மாறுபட்ட அணு எடைகளை உடைய அணு வகைகள். வேறு விதமாகக் கூறின், ஐசோடோப்பு அணுக்களின் மையக் கரு[nucleus]க்களில் சம எண்ணிக்கையுள்ள ப்ரோடோன்களும், வேறுபட்ட எண்ணிக்கையுள்ள நியூட்ரான்களும் உள்ளது. வேதி மூலகங்கள் எல்லாவற்றுக்கும் ஐசோடோப்புகள் உண்டு. சில இயற்கையிலேயே இருக்கின்றன. மற்றவை அணுக்கரு மாற்ற வினைகளின் மூலம் உண்டாக்கப்பட்டுள்ளன.

ஒரு தனி ப்ரோடானைத் தனது கருவாகக் கொண்ட ஹைடிரஜன் ஐசோடோப்பு ப்ரோடியம் [protium] என்று அழைக்கப்படுகிறது; அதன்

குறியீடு H^1. நியூட்ரானே இல்லாத அணுக்கரு இது ஒன்று தான். (இது ஹைடிரஜனின் மற்ரெரு தனித்தன்மை!)

இந்த ஒற்றை ப்ரோடானுடன் ஒரு நியூட்ரானைச் சேர்த்தால் ட்யூடிரியம் [deuterium] (H^2 அல்லது D^2) என்ற ஹைடிரஜன் ஐசோடோப்பு கிடைக்கிறது. ட்யூடிரியத்தை விடப் ப்ரோடியம்



இயற்கையில் மிக அதிக அளவில் இருக்கிறது. ஹைடிரஜனில் 99% ப்ரோடியம் தான்.

மையக் கருவில் இரண்டு நியூட்ரான்களைக் கொண்ட மூன்றாவது வகை ஹைடிரஜனும் உண்டு; இது ட்ரைடியம் [tritium] (H^3 அல்லது T^3) எனப்படும். வாயு மண்டலத்தில் காஸ்மிக் கதிர்களால் [cosmic rays] இது உண்டாக்கிக்கொண்டே இருக்கிறது. ஆயினும் கதிரியக்கம் [radioactivity] உடையதாகையால் ஹீலியம் ஐசோடோப்பாக (ஹீலியம்-3) மாறிச் சீக்கிரமே அழிந்து விடுகிறது. ட்ரைடியம் ஒரு மிக அரிதான தனிமம். பூமியைச் சுற்றியுள்ள வாயு மண்டலம் முழுவதிலும் இதன் அளவு 6 கிராம்கள் மட்டுமே. ஒவ்வொரு 10 கன சென்டிமீட்டர் காற்றிலும் ஒரே ஒரு ட்ரைடியம் அணுதான் இருக்கிறது. அண்மையில் இதை விட அதிகக் கனமான ஹைடிரஜன் ஐசோடோப்புகள் H^4, H^5 ஆகியவை செயற்கையாக உண்டாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆனால் அவை சற்றும் நிலையில்லாதவை [unstable].

ஐசோடோப்புக்களைக் கொண்டிருப்பதனால் மட்டுமே, ஹைடிரஜன் தனிச் சிறப்புடையதாகி விடவில்லை. ஹைடிரஜன் ஐசோடோப்புகள் குறிப்பிடத்தக்க அளவு குண வேறுபாடு (முக்கியமாக பௌதிகத் தன்மைகளில்) கொண்டவையாக இருப்பது தான் அவற்றின் சிறப்பு மற்ற தனிமங்களின் ஐசோடோப்புகள் அனேகமாக வேறுபாடில்லாத தன்மை கொண்டது.

ஹைடிரஜனிலோ, ஒவ்வொரு வகையான ஐசோடோப்புக்கும் தனியான தன்மை உண்டு. வேதி வினைகளில் அவை வேறுபட்ட குணங்களைக்

காட்டுகின்றன. உதாரணமாக, ட்யூடிரியத்தை விட ப்ரோடியம் வினை வலிவு அதிகம் உடையது. ஹைடிரஜன் ஐசோடோப்புக்களின் தன்மையை ஆராய்ந்து விஞ்ஞானிகள் 'ஐசோடோப்பு ரசாயனம்' என்ற புதிய கிளை விஞ்ஞானத்தையே தோற்றுவித்திருக்கிறார்கள். நாம் அறிந்த வேதியியல் தனிமங்களைப் பற்றியது; ஒரு தனிமத்தின் எல்லா ஐசோடோப்புகளுக்கும் பொதுவானது. ஆனால் ஐசோடோப்பு ரஸாயனம் தனித்தனி ஐசோடோப்புக்களைப் பற்றியது. அது ரசாயனச் செயல் முறைகளின் மிகச் சிக்கலான விவரங்களைக் கண்டறிய ஆய்வாளர்களுக்கு உதவுகிறது.

வேதியியல்=பௌதிகம்+கணிதம்!

ஒரு கண்டிராக்டர் [contractor] ஒரு கட்டிடத்தைக் கட்டி, மேல்கூரையையும் போட்ட பின் எல்லாம் சரியாக இருக்கிறதா என்று கட்டிட அமைப்பாளரைக் [designer] கேட்டால், அவனைப் பற்றி நீங்கள் என்ன நினைப்பீர்கள்?

இது "Through the Looking Glass" (''பிரதிபலனக் கண்ணாடி வழியே'') என்னும் புத்தகத்தில் வரும் கற்பனை போல் தோன்றுகிறதல்லவா?

ஆனால் மூலக மீள் படியமைப்புக்கு இதுதான் நேர்ந்தது. முதலில் அந்தப் பெரிய வீடு கட்டப்பட்டு, மூலகங்கள் தமக்கென தனித்தனி அடுக்குகளில் பொருத்தப்பட்டன. மெண்டலீஃபின் அட்டவணையை விஞ்ஞானிகள் தங்கள் கருவியாக்கிக் கொண்டனர். ஆனால் மூலகப் படி

யமைப்பில் ஒரு மூலகத்தின் தன்மைகள் அதன் இருப்பிடத்திலிருந்து சிறு இடைவெளிக்குப் பின் மற்றொரு மூலகத்தின் தன்மைகளை ஒத்ததாகவே அலை இயக்கத்தைப் போல் மீண்டும் வரும் காரணத்தை அவர்களால் நீண்ட காலம் வரை கூற முடியவில்லை.

இதற்கு விளக்கம் கொடுத்தவர்கள் பௌதிக விஞ்ஞானிகள். மீள் படியமைப்புக் கட்டிடத்தின் உறுதிப்பாட்டைக் கணக்கிட்டு அவர்கள் கண்ட உண்மைகள் குறிப்பிடத்தக்கவை. இக் கட்டிடம் ''ரசாயன இயக்க இயலி''ன் [chemical mechanics] சட்டங்களை ஒட்டி வெகு கச்சிதமாக கட்டப்பட்டுள்ளதென அவர்கள் கண்டனர். எனவே மெண்டலீஃபின் நுண்ணறிவையும் அப் பழுக்கில்லாத விஞ்ஞான அறிவையும் பற்றி வியப்படையாமல் இருக்க முடியாது.

பௌதிக அறிஞர்கள் அணுவின் உள்ளமைப்பை விரிவாக ஆராயத் தொடங்கினர்.

அணுவின் இருதயம் போன்றது, அதன் மையக் கரு, அதனைச் சுற்றி எலக்ட்ரான்கள் சுழல்கின்றன. எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை கருவின் மேலுள்ள நேர் மின்னேற்ற [positive charge] எண்ணிக்கைக்குச் சமமாக இருக்கிறது. ஹைடிரஜனுக்கு ஒரு எலக்ட்ரான். பொட்டாஷியம்—12, யுரேனியம்—92... இவை எவ்வாறு சுழல்கின்றன? மின் விளக்கைச் சுற்றிப் பறக்கும் பூச்சிக் கூட்டம் போல் ஒழுங்கின்றிச் சுழல்கின்றனவா, அல்லது ஏதோ ஒரு குறிப்பிட்ட சட்டத்திற்குட்பட்டு ஒழுங்காகச் சுழல்கின்றனவா?

இக்கேள்விக்குப் பதிலளிக்க விஞ்ஞானிகள்

புதிய பௌதிகக் கொள்கைகளை அறியவும், புதிய கணித முறைகளைக் கண்டு பிடிக்கவும் வேண்டியிருந்தது. அவர்கள் கண்டறிந்தது என்னவெனில், சூரியனைச் சுற்றிக் கோள்கள் (கிரகங்கள்) போல், மையக் கருவினைச் சுற்றி எலக்ட்ரான்கள் குறிப்பிட்ட பாதைகளில் சுழல்கின்றன.

''ஒவ்வொரு பாதை[orbit]யிலும் எவ்வளவு எலக்ட்ரான்கள் உள்ளன? எவ்வளவு வேண்டுமானாலுமா, அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலா?'' என்று வேதி இயல் விஞ்ஞானிகள் கேட்டனர்.

''நிச்சயமாகக் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையில் தான். எல்லா எலக்ட்ரான் கூடுகளுக்கும் குறிப்பிட்ட கொள் அளவு உண்டு,'' என்று பௌதிக வல்லுநர் கூறினர்.

அவர்கள் எலக்ட்ரான் கூடுகளுக்குத் தனியான குறியீடுகள் தந்துள்ளனர். K, L, M, N, O, P, Q என்ற எழுத்துக்களைப் பயன்படுத்துகிறார்கள். இந்த எழுத்துக்கள், கூடுகளை அவை மையக் கருவிலிருந்து உள்ள தூரத்தைப் பொருத்து வரிசையாகக் குறிக்கின்றன.

கணித வல்லுநர்களுடன் சேர்ந்து பௌதிக விஞ்ஞானிகள் ஒவ்வொரு வட்டப்பாதையிலும் எத்துணை எலக்ட்ரான்கள் உள்ளன என்று குறிப்பிடும் விவரமான பட்டியல் ஒன்றைத் தயாரித்தனர்.

K-கூட்டில் 2 எலக்ட்ரான்களுக்கு அதிகமாக இருக்க முடியாது. அவற்றில் முதல் எலக்ட்ரான் ஹைடிரஜன் அணுவினமைப்பிலும், இரண்டாவது ஹீலியம் அணுவினமைப்பிலும் தோன்றுகின்றன.

அதனால்தான் மெண்டலீஃப் அட்டவணையின் முதல் அடுக்கில் இரண்டே மூலகங்கள் தான் உள்ளன.

L-கூடானது 8 எலக்ட்ரான்களுக்கு இடமளிக்க முடியும். இந்த ஷெல்லின் முதல் எலக்ட்ரானை லிதியம் அணுவிலும், கடைசி எலக்ட்ரானை நியான் அணுவிலும் அமைந்திருக்கக் காண்கிறோம். லிதியம் முதல் நியான் வரை உள்ள மூலகங்கள் மெண்டலீஃப் அட்டவணையின் இரண்டாவது அடுக்காக அமைகின்றன.

அடுத்து வரும் கூடுகளில் எத்தனை எலக்ட்ரான்கள் உள்ளன? M-கூட்டில் 18, N-கூட்டில் 32, O-கூட்டில் 50, P-யில் 72... இவ்வாறு உள்ளன.

ஆகவே கடைசிக் கூடுகள் இரண்டு மூலகங்களில் ஒரே மாதிரியாக அமைந்தால், அத்தனிமங்களின் தன்மைகள் ஒத்தனவாக இருக்கின்றன. உதாரணமாக, லிதியம், சோடியம் ஒவ்வொன்றிலும் வெளி ஷெல்லில் ஒரே எலக்ட்ரான் இருக்கிறது. எனவே மீள் படியமைப்பில் அவை முதல் இனத் தொகுதியில் இருப்பதன் காரணம் விளங்குகிறது. தொகுதி எண் என்பது அத்தொகுதியிலுள்ள மூலகங்களின் அணுவில் உள்ள இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களின் [valence electrons] எண்ணிக்கைக்குச் சமமாக இருப்பது காண்க.

இன்னும் சிறிது கணிதம்

ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு தத்துவம் அடங்கியிருக்கிறது. காரணம் விளக்க முடியாத

தோற்றப் பாடுகளில் கூடத் தத்துவம் உண்டு. முதலில் அது மறைந்திருக்கலாம். பின்னர் முரண் பாடுகள் தோன்றலாம். எந்தக் கொள்கைக்கும் அல்லது கருதுகோளுக்கும் [hypothesis] முரண் பாடுகள் தோன்றுவது மகிழ்ச்சிக்குரியதல்ல. அவை அந்தக் கொள்கையில் உள்ள தவற்றை எடுத்துக் காட்டுகின்றன. அல்லது தீவிரமான சிந்தனையைத் தூண்டுகின்றன. இவ்விதமான சிந்தனை, பொருள் விளங்காதவற்றை ஆழ்ந்து ஆராய உதவுகின்றது.

இவ்விதமான முரண்பாட்டிற்கொரு உதாரணம். மூலக அட்டவணையின் முதல் இரண்டு வரிசைகளில் தான் சமத்துவம் இருக்கிறது. இவைகளில், வெளிக் கூட்டில் இருக்கக் கூடிய எலக்ட்ரான்கள் எத்தனையோ, அதே எண்ணுள்ள மூலகங்கள் இருக்கின்றன. முதல் வரிசையிலுள்ளவை ஹைடிரஜனும் ஹீலியமும், L-கூட்டில் 2 எலக்ட்ரான்களுக்கு மேல் இருக்க முடியாது. எனவே முதல் வரிசையில் இரண்டே மூலகங்கள் தான் இருக்கின்றன. ஹீலியத்தில் K-கூடு நிரம்புகிறது. இரண்டாவது வரிசையில், லிதியம் முதல் நியான் ஈருக எட்டு மூலகங்கள் எட்டு எலக்ட்ரான்கள் கொண்ட L-ஷெல் நியான் அணுவில் நிரம்பி விடுகிறது. எனவே தான் இராண்டாவது வரிசையில் 8 மூலகங்கள் உள்ளன.

இதன் பிறகு தான் விஷயம் அதிகமாகச் சிக்கலாகிறது.

அடுத்து வரும் வரிசையிலுள்ள மூலகங்களை மூன்ருவதில் 8, நான்காவதில் 18, ஐந்தாவதில் 18, ஆருவதில் 32, மூலகங்கள் என்றவாறு இருக்

கின்றன. ஆனால் எலக்ட்ரான் கூடுகள் எவ்வாறு உள்ளன? இவற்றில் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை மேற்கூறியவாறு இல்லை. அதாவது 18, 32, 50, 72 என்றவாறு உள்ளன?

மூலகப் படியமைப்பு அட்டவணையின் அமைப்பில் பௌதிக அறிஞர்கள் குறைகளைக் காணவில்லை என்று கூறிய பொழுது நாம் மிகவும் அவசரப்பட்டு விட்டோமா? இப்பெரிய வீட்டின் ஒவ்வொரு அடுக்கிலுமிருக்கும் அங்கத்தினர்களான மூலகங்களில் ஒரு குறிப்பிட்ட எலக்ட்ரான் கூடு ஒழுங்காக நிரம்பிக்கொண்டே வந்து, அடுக்கின் முடிவில் முழுமையடைந்தால் நலமாயிருக்கும். அது தான் இல்லை என்றாலும் ஒவ்வொரு அடுக்கும் ஒரு கார உலோகத்தில் ஆரம்பித்து ஓர் மந்த வாயுவில் [inert gas] முடிந்திருந்தாலும் குற்றமில்லை. அப்படியிருந்தால் ஒவ்வொரு வரிசையின் கொள் அளவும் அதன் எலக்ட்ரான் கூட்டின் கொள் அளவுக்குச் [capacity] சமமாயிருக்கும்.

நாம் இதைப்பற்றி, நிபந்தனைகளுடன் தான் பேச வேண்டியிருக்கிறது: ‘‘ஒரு கால், இப்படி இருந்தால்...’’ அப்படி, ஆனால்! உண்மையிலேயே கணக்கு சரியாக இல்லை. மெண்டலீஃபின் அட்டவணையின் மூன்றாவது வரிசையில், மூன்றாவது M-கூட்டில் இருக்கும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்கு குறைவான மூலகங்கள் உள்ள. இது வருந்தத்தக்கது.

முரணானது. ஆயினும் இந்தப் பொருந்தாமையே மூலக அட்டவணையின் உட்கிடக்கும் மெய்ப்பாட்டைச் சுட்டுவதாக அமைகிறது.

மூன்றுவது வரிசையானது, ஆர்கானில் முடிந்தாலும், அத்துடன் M-கூடு முற்றுப் பெரு மல் இருக்கிறது. ஆனுல் அதில் 8 தான் இருக்கின் றன. ஆர்கானை அடுத்து நான்காவது வரிசையைச் சேர்ந்த பொட்டாஷியம் இருக்கிறது. இது நான் காவது அடுக்கின் முதல் நபர் ஆகும். ஆனுல் தனது கடைசி எலக்ட்ரானை மூன்றுவது கூட்டில் வைப்பதற்கு பதிலாக, நான்காவது N-கூட்டில் வைப்பதையே பொட்டாஷியம் விரும்புகிறது. இது தற்செயலான நிகழ்ச்சி அல்ல. பௌதிக அறிஞர்களால் ஸ்தாபிக்கப்பட்ட நிச்சயமான ஒழுங்கமைப்பாடாகும். பொதுவாக, எந்த அணு வும் தன் வெளிக் கூட்டில் 8 எலக்ட்ரான்களுக்கு மேல் வைத்திருக்க முடியாது. 8 வெளி எலக்ட் ரான்கள் கொண்ட அமைப்பு மிக ஸ்திரமானது.

பொட்டாஷியத்தின் அண்டை வீட்டினனு கிய கால்சியத்தில் புதிய எலக்ட்ரானுக்கு வெளிக்கூட்டில் இருப்பது தான் சாதகமானது. ஏனெனில் அப்போது தான் கால்சியம் அணுவின் ஸ்திரத்தன்மை, வேறு எந்தவித எலக்ட்ரான் அமைப்புக் கொண்டிருப்பதை விட அதிகமாக இருக்கும். ஆனுல் ஸ்காண்டியத்தில் வெளிக் கூட் டைத் தொடர்ந்து நிரப்புவதற்கான தன்மை மறைகிறது. அதன் புதிய எலக்ட்ரான் முற்றும் பெருத M-கூட்டில் ஆழ்கிறது (M-கூட்டின் உச்சக் கொள் அளவு 18 எலக்ட்ரான்களென்று நாம் முன்னரே அறிவோம்). இந்தக் கூட்டில் 10 வெற்றிடங்கள் இருப்பதனுல், ஸ்காண்டியம் முதல் துத்தநாகம் [zinc] வரையுள்ள அடுத்த 10 மூல கங்களின் அணுக்கள் ஒவ்வொன்றுக எலக்ட்ரான்

களைப் பெற்றுத் தங்கள் M-கூடுகளை நிரப்புகின்றன. கடைசியாகத் துத்தநாகத்தில், M-கூட்டின் எல்லா எலக்ட்ரான்களும் தமக்குரிய இடத்தில் இருக்கின்றன. இதன் பிறகு N-கூடு மீண்டும் எலக்ட்ரான்களை ஏற்றுக் கொள்ளத் தொடங்குகிறது. மொத்தம் எட்டு எலக்ட்ரான்களை அடையும் போது, மந்த வாயுவான க்ரிப்டான் அமைப்பை எய்துகிறது. ருபீடியத்தில் மீண்டும் பழைய கதை தான்: நான்காவது கூடு முற்றுப் பெறு முன்னரே ஐந்தாவது கூட்டில் எலக்ட்ரான்கள் வழிந்து விடுகின்றன.

இவ்வாறு படிப்படியாக எலக்ட்ரான் கூடுகள் நிரம்புவது மூலக அட்டவணையில் நான்காவது வரிசையிலிருந்து உள்ள தனிமங்களின் ஒழுக்கம் ஆகிறது. இதுவே மூலகங்களின் பெரிய வீட்டின் அடிப்படையான கண்டிப்பான சட்டமாகும்.

இதன் காரணமாகவே தலைத் தொகுதிகள் [main subgroups], துணைத் தொகுதிகள் [secondary subgroups] என்ற முறையில் உபதொகுதிகள் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஆக, வெளிக்கூடுகளில் எலக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்படும் மூலகங்கள் தலைத் தொகுதிகளாக அமைகின்றன. உள் கூடுகளில் எலக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்பெறும் மூலகங்கள் துணைத் தொகுதிகளை உருவாக்குகின்றன.

ஆனால் நான்காம் N-கூடு ஒரே படியில் நிரம்பப் பெறவில்லை. முழுவதுமாக மூன்று அடுக்குகளாகும் வரை அது மெதுவாக நிரம்பிக் கொண்டே வருகிறது. இந்த ஷெல்லின் முதல் எலக்ட்ரான் 19ம் அறையில் இருக்கும் பொட்டாஷியத்தில் காணப்படுகிறது. ஆனால் 32வது

எலக்ட்ரான், ஆருவது வரிசையின் பிரதிநிதியான லுடீஷியத்தில் தான் தோன்றுகிறது. அதன் அணு எண் 71.

பார்த்தீர்களா! முரண்பாடு என்ற மேகத்தின் விளிம்பில் ஒரு வெள்ளிக்கோடு தெரிகிறதல்லவா? பொருந்தா தன்மையின் காரணத்தை ஆராய முயலுகையில் நாமும் பௌதிக அறிஞர்களும் மூலக மீள் படியமைப்பை ஊடுருவிப் பார்த்து முன்னைவிட நன்ருக அறிந்து கொண்டோம்.

வேதி அறிஞர்கள் எதிர்பாராததைக் கண்ட விதம்

ஹெர்பர்ட் வெல்ஸ் சிறந்த விஞ்ஞான கற்பனை [science fiction] நாவலான "The War of the Worlds" என்னும் புத்தகத்தை நீங்கள் படித்திருக்கலாம். இது செவ்வாய்க்கிரகத்தில் வாழ்பவர்கள் பூமியை ஆக்கிரமிக்க வந்ததாகக் கூறும் கதை.

ஞாபகம் வருகிறதல்லவா? கடைசி செவ்வாய்க் கிரகவாசி கொல்லப்பட்டு, உலகில் மீண்டும் உயிரினங்கள் வாழ்க்கை ஆரம்பித்த பிறகு தங்களுக்கு ஏற்பட்ட அதிர்ச்சியினின்றும் விடுபட்டு எழுந்த விஞ்ஞானிகள், அண்டை கிரகத்திலிருந்து வந்த எதிர்பாராத விருந்தாளிகளின் உடைமைகளும் அழியாமல் கிடந்தவற்றை ஆராயத் தொடங்கினர். முக்கியமாக அவர்கள் செவ்வாய் வாசிகள் பூமியில் உயிர்களை அழிக்கப் பயன்படுத்திய மர்மமான கரிய தூளை ஆராய்வதில் சிரத்தை காட்டினர்.

பல சோதனைகள் அபாயகரமாக முடிந்தன. சோதனைப்பொருள்கள் பயங்கரமாக வெடித்தன. முடிவில் கேடு விளைவிக்கும் அப்பொருள் மந்த் வாயு ஆர்கானும் பூமியில் அறிந்திராத வேறு சில மூலகங்களும் சேர்ந்த சேர்மம் என்று கண்டறிந்தனர்.

இது கதை தான். விஞ்ஞான சம்பந்தமான கதைகள் எழுதிய சிறந்த எழுத்தாளர், மேற்கூறிய கதையை எழுதி முடித்த காலத்தில், எந்த மூலகத்துடனும் ஆர்கான் எந்த நிலையிலும் இணைய முடியாதென்று உறுதியாக அறிந்திருந்தனர். அவர்கள் பல பரிசோதனைகளைச் செய்த பிறகு எய்திய முடிவு இது.

ஆர்கான் ஒரு மந்த வாயு என்று அழைக்கப்பட்டது. “Inert” என்னும் சொல் “inactive” (‘‘மந்த’’) என்பதன் கிரேக்க வார்த்தையிலிருந்து வந்தது. ஆர்கான், இரசாயன உலகின் மந்த மூலகங்கள் கொண்ட தொகுதியின் பிரதிநிதி. இத்தொகுதியில் ஹீலியம், நியான், க்ரிப்டான், ஸெனன், ராடான் என்பவைகளும் உள்ளன.

இவற்றின் இணைதிறன் பூஜ்யமானதால், மூலகப் படியமைப்பு அட்டவணையில் பூஜ்யத் தொகுதியில் [zero group] இவை அமைகின்றன. மந்த வாயுக்களின் அணுக்களுக்கு எலக்ட்ரான்களைக் கொடுக்கும் திறனோ அல்லது வெறும் திறனோ கிடையாது.

அவைகளை வினையாற்றச் செய்ய [react] விஞ்ஞானிகள் என்னதாய் செய்யவில்லை! சற்றும் தளர்ந்து கொடுக்காத திட உலோகங்கள் கூடக் கொதிக்கும் திரவமாகிவிடும் உஷ்ணநிலைக்கு மந்த

வாயுக்கள் சூடேற்றப்பட்டன. திட நிலையை அடையும் வரை அவை குளிரவைக்கப்பட்டன. சக்தி வாய்ந்த மின்சாரத்தை இவற்றின் வழியாகப் பாய்ச்சினார்கள். மிக்க வீரியமுடைய இரசாயனப் பொருள்களினால் தாக்கினார்கள். ஆனால் ஒன்றும் பயனளிக்கவில்லை.

வேறு மூலகங்கள் இதற்குள் அடிபணிந்து இரசாயனச் சேர்க்கைக்கு இணங்கிருக்கும். ஆனால் மந்த வாயுக்களை அசைக்க முடியவில்லை. ஆராய்ச்சியாளரை நோக்கி, ''நீங்கள் உடங்கள் காலத்தை வீணாக்குகிறீர்கள். எந்த வினையிலும் ஈடுபட நாங்கள் விரும்பவில்லை. நாங்கள் அதற்கெல்லாம் அப்பாற் பட்டவர்கள், உயர்ந்தவர்கள்!'' என்று அவை கூறியது போல் தோன்றியது. அவற்றின் படியாத்தன்மை, அவற்றுக்கு உயர்குண வாயுக்கள் [noble gases] என்ற பட்டத்தையும் பெற்றுத் தந்தது. ஆனால் இப்பட்டத்தில் சிறிது கேலித் தன்மையும் இருக்கிறது.

ஹீலியத்தைப் பூமியிலுள்ள தாதுக்களில் இருப்பதாகக் கண்டு பிடித்த ராம்ஸே பெருமைப் படக் காரணம் உண்டு. உலகத்தில் ஒரு புதிய மூலகம் உண்மையிலேயே இருக்கிறதென்று காட்டினார். வில்லியம் ராம்ஸே மற்ற மூலகங்களைப் போல் ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன் அல்லது கந்தகம் ஆகியவற்றுடன் ஹீலியத்தையும் இணையச் செய்ய மிகவும் கஷ்டப்பட்டிருப்பார். அப்பொழுது தானே மேன்மை பொருந்திய பேராசிரியர்கள் தங்கள் மேடைகளிலிருந்து ஹீலியம் ஆக்ஸைடுகளையும், ஹீலியம் உப்புக்களையும் பற்றிக் கூற முடியும்.

ஆனால் மந்த வாயுக்களின் குழுவின் முதல் மூலகமான ஹீலியம் உடன்படவில்லை. சென்ற நூற்றாண்டின் இறுதியில் பிரிட்டீஷ் விஞ்ஞானி களான ராம்ஸேயும் ராலேயும் நியான், ஆர்கான் க்ரிப்டான், ஸெனன் ஆகியவற்றைக் கண்டு பிடித் தனர். இம்மந்த மூலகங்களின் பட்டியல் ராடா னில் முடிவடைகிறது. இவை யாவும் தமக்கே உரிய அணு எண்கள் கொண்டவை. ஆனால் உண் மையில் ஆர்கான் என்னும் மூலகப் பெயருக்கு முன்னால் ''ரசாயன'' என்ற அடைமொழியை எழுத முடியாது.

எனவே விஞ்ஞானிகள் கர்வம் பிடித்த இவ் வாயுக்களின் குழுவை மெண்டலீஃப் அட்டவணை யின் விளிம்பிற்கு நகர்த்தி, அவற்றை ஓர் புதிய பகுதியாகச் சேர்த்து, அதைப் பூஜ்யக்குழு என்று அழைத்தனர். மேலும் இரசாயனப் பாட நூல் களில் ''எந்தச் சூழ்நிலையிலும் சேர்க்கைப் பொ ருள்களை அளிக்காத மூலகங்கள் உள்ளன'' என்று எழுதினார்கள்.

இப்படியொரு நிலை தோன்றியது விஞ்ஞானி களின் விருப்பத்துக்கு மாறானதுதான். ஆறு மூலகங்கள் வேதி இயலின் செயல் வட்டத்துக்கு வெளியே விழுந்துவிட்டன. இது விஞ்ஞானி களுக்குச் சரியான அடி என்றே கூறலாம்.

திருப்தி அளிக்காத தீர்வு

மெண்டலீஃபுக்குக் கூட முதலில் இது புதி ராகத்தான் இருந்தது. ஆர்கான் ஒரு புதிய மூல கமேயல்ல என்ற கருத்தைக்கூட அவர் தெரி விக்கும் அளவு தைரியமடைந்தார். ஒரு மூலக்

கூற்றில் மூன்று நைட்ரஜன் அணுக்கள் கொண்ட ஒரு விதமான சேர்க்கைப் பொருள் (N_3) அது என்று கூறினார். அதாவது இரண்டு அணுக்கள் கொண்ட ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறு O_2 மட்டுமன்றி மூன்று அணுக்கள் கொண்ட ஓஜோன் [ozone] மூலக்கூறு O_3 உருவாவது போல.

ஆனால் கடைசியில் உண்மையை அறிந்து கொண்டு மெண்டலீஃப் தனது தவற்றை உணர்ந்து, ராம்ஸே கண்டு பிடித்ததே சரி என ஒப்புக்கொண்டார். இப்போது உலகில் எல்லாப் பாட நூல்களும் இவ்வாயுத் தொகுதியைக் கண்டு பிடித்தவர் ராம்ஸே எனக் கூறுகின்றனர். இக் கூற்றைத் தவறெனச் சவால் விட யாரும் முயற்சிப்பதில்லை.

... 20 ஆண்டுகள் என். மொரோஸொவ் என்பவர் (''நரோத்னயா வோல்யா'' குழுவைச் சேர்ந்தவர்) ஷ்லூஸெல்பார்க் கோட்டையின் இருட்டறைகளில் வாடினார். பின்னர் சோவியத் அரசின் ஆட்சியில் இவர் புகழ் பெற்ற விஞ்ஞானி ஆனால். ஊடுருவமுடியாத கற்சிறையின் சுவர்கள் அவரது உறுதியைத்தகர்க்கவில்லை. விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியினின்றும் அவரை விலக்கி வைக்க அவற்றால் இயலவில்லை. அவரது இடையறாத படிப்பும், நுண்ணறிவும், முன் வெளிவந்திராத புதிய துணிகரமான கருத்துக்களையும், கொள்கைகளையும் உருவாக்கின. சிறையில் மொரோஸொவ் மூலகப் படியமைப்பைப் பற்றிய தன் ஆராய்ச்சியை முடித்து, அதன் விளைவாக, மந்தமான மூலகங்கள் இருப்பது பற்றி முன்னதாகவே தீர்க்க தரிசனத்துடன் கூறினார்.

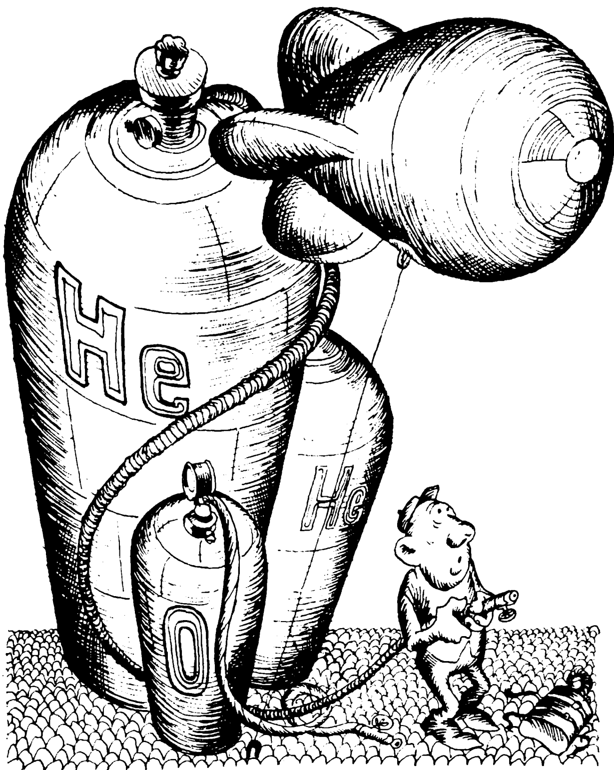
அவர் விடுதலையாகி வரும் போது, மந்த வாயுக்கள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டு, அட்டவணையில் தங்கள் இடத்தை அடைந்தும் விட்டன.

மொரோஸொவ், மெண்டலீஃபின் மறைவுக்கு முன்னர் அவரைப் பார்க்கச் சென்றதாகவும், சமகாலத்தவரான அவ்விருவரும் மூலகப் கட்டமைப்புச் சட்டத்தைப்பற்றி நீண்ட நேரம் பேசிக்கொண்டிருந்ததாகவும் கூறப்படுகிறது. துரதிருஷ்ட வசமாக, அவர்கள் பேசிய விபரங்களைப் பற்றி இன்று நாம் ஒன்றும் அறியக்கூட வில்லை.

மெண்டலீஃப் மந்த வாயுக்களின் மந்தத் தன்மை பற்றிய மர்மம் தெளிவுறுவதற்குச் சிறிது முன்னர்தான் இறந்தார். அந்த ரகசியம் வருமாறு.

இரசாயன விஞ்ஞானிகளுக்கு எப்போதும் உதவிக்கு வரும் பௌதிக அறிஞர்கள் எட்டு எலக்ட்ரான்கள் கொண்ட வெளி ஷெல் மிகவும் ஸ்திரமானது என்று தீர்மானமாகக் கூறினர். எலக்ட்ரான் கூட்டின் ஸ்திரத்தன்மைக்கு எடுத்துக் காட்டாக விளங்கும் சிறந்த நிலைத்த தன்மை அது. எனவே, அந்நிலையில் எலக்ட்ரான்களைக் கொடுப்பதற்கோ, பெற்றுக்கொள்வதற்கோ ஏது இல்லை.

மந்த வாயுக்களின் ''உயர்குண'' த்துக்குக் காரணம் அவற்றின் வெளிக் கூட்டில் 8 எலக்ட்ரான்கள் இருப்பதே (ஹீலியத்தில்—2). ஹீலியத்தின் இரண்டு எலக்ட்ரான்கள் கொண்ட ஷெல் பெற்ற மந்த வாயுக்களின் எட்டு எலக்ட்ரான் கொண்ட கூடுகளை விட ஸ்திரத்தன்மையில் குறைந்ததல்ல.



இன்னும் ஒரு விஷயமும் வேதியியல் விஞ்ஞானிகளுக்குத் தெரிய வந்தது. 0-தொகுதியை மூலக அட்டவணையில் சேர்த்தது கட்டாயத்தினால் அல்ல. அத்தொகுதி இல்லாவிடில் அட்டவணை முற்றுப் பெறாத கட்டிடமாகத் தோன்றும். ஏனெனில் ஒவ்வொரு வரிசையும் ஒரு மந்த வாயுவில் முடிகிறது. ஒவ்வொரு மந்த வாயுவைத் தொடர்ந்து

அடுத்த எலக்ட்ரான் கூடு நிரம்ப ஆரம்பித்து, அந்தப் பெரிய வீட்டின் அடுத்த அடுக்கு உண்டாகிறது.

ஆகவே சிக்கலாகத் தோன்றிய விஷயம், உண்மையில், மிகவும் சாதாரணமானது தான். ஒன்றுடனும் இணை சேராத பிரபுக்கள் என்ற பட்டம் பெற்ற போதிலும், மந்த வாயுக்கள் நடைமுறையில் சிறிது தங்கள் சக்தியைக் காட்டின. ஹீலியம் பலூன்களிலும், வாயு நிரம்பிய ஊர்திகளிலும் பயன்பட்டது. நீரில் மூழ்குபவர்களுக்கு, வாயு அழுத்தத்தின் திடீர் மாற்றங்களினால் தோன்றும் ''கெய்ஸான்'' [caisson] வியாதி வராமல் தடுக்க உதவி செய்தது. ஆர்கான், நியான் விளக்குகள் இரவில் நகரத் தெருக்களை அலங்கரிக்கின்றன.

ஆயிலும் ஒரு வேளை அசைக்க முடியாததையும் அசைக்கலாமோ, என்னவோ. ஒரு கால் பௌதிக அறிஞர்கள் இதுவரை எண்ணிப்பார்த்துக் கணக்கிட்டிராத உண்மைகளும் இருக்கலாமோ, அல்லது இரசாயன வல்லுநர்கள் பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று வினைபுரியச் செய்யும் எல்லா வழிகளையும் முயன்று பார்த்திருக்க மாட்டார்களோ?

''முட்டாள்த்தனமான'' கருத்தைத் தேடியது அல்லது மந்த வாயுக்கள் தம் மந்தத் தனத்தை எவ்வாறு விட்டன

பண்டைக் கணக்கறிஞர்களில் மிகப் பெரிய ஞான யுக்ளிடின் வாயிலாக, ''இரு இணை நேர்

கோடுகள் ஒரு போதும் வெட்டுவதில்லை,'' என்று உறுதியாகக் கூறியது ஜியோமிதி.

சென்ற நூற்றுண்டின் மத்தியில் நிகோலாய் லோபாசெவ்ஸ்கி என்ற ருஷ்ய விஞ்ஞானி,''அவை வெட்டித் தாஞகை வேண்டும்!'' என்று தீர்மான மாகக் கூறிஞர்.

இவ்வாறு புதிய [non-Euclidean] ஜியோமிதி பிறந்தது.

அதனைப் பற்றிப் பல தலை சிறந்த விஞ்ஞானிகள் ''கானல் நீர், பிதற்றல்'' என்று தான் முதலில் கூறிஞர்கள். ஆஞல் இந்த ஜியோமிதி இல்லாவிடில் சார்புத் தத்துவமும் [theory of relativity] அண்டத்தின் அமைப்பைப் பற்றிச் சட்டங்களும், கருத்துக்களும் நமக்குக் கிடைத்திருக்க மாட்டா.

உங்களில் பலர் ஏ. டால்ஸ்டாயின் "Engineer Garin's Hyperboloid" என்ற புத்தகத்தைப் படித்திருப்பீர்கள்.

உலகெங்கும் இலக்கிய விலர்சகர்கள் அதனை ''மிகச் சிறந்த விஞ்ஞான கற்பனை நூல்,'' என்று தீர்ப்பளித்தார்கள்.

சிறிதளவு கூட, ''ஒரு நாளும் உண்மையாகி விட முடியாத கற்பனைக் கதை,'' என்று விஞ் ஞானிகள் எதிரொலித்தனர்.

ஆஞல் டால்ஸ்டாய் இறந்து பதினைந்தே வருடங்களுக்குப்பின், முதல் சிவப்பு படிகம் அது வரை கேட்டிராத அளவு ஒளியும், சக்தியும் கொண்ட ஒளிக்கதிரை வெளியிட்டது. ''லேஸர்'' [laser] என்ற சொல் சிறந்த அறிவாளிகளுக்கு மட்டும் இன்றிப் பொதுவாக எல்லோருக்கும் தெரிந்ததாகியது.

... ஊக்கமுடைய விஞ்ஞானிகள் மந்த வாயுக்களின் சண்டித்தனத்தை வெற்றி கொள்ள முடியுமென்று பிடிவாதமாக, தொடர்ந்து நம்பி வந்தார்கள். நாம் ''இது வீண் சிரமம்'' என்று கருதாமல் முயற்சி மேற்கொண்டு, 1920-30-40 ஆகிய ஆண்டுகளின் விஞ்ஞானப் பத்திரிகைகளின் பழுப்பேறிய பக்கங்களைப் புரட்டினால், மந்த வாயுக்களை வினை புரியும்படிச் செய்வதில் நம்பிக்கையை விஞ்ஞானிகள் இழக்கவில்லை என்பதைச் சில குறிப்புகளிலிருந்தும் கட்டுரைகளிலிருந்தும் அறியலாம்.

இப்பக்கங்களில் விநோதமான வாய்ப்பாடுகளைக் காணலாம். அவை பாதரஸம், பல்லேடியம், ப்ளாடினம், இன்னும் சில உலோகங்களுடன் ஹீலியம் இணைந்த பரிசயமற்ற சேர்க்கைப் பொருள்களைப் பற்றிக் கூறுகின்றன. இதில் ஒன்றுதான் கோணல்: என்னவெனில் இவை நாம் அடைய விரும்பும் இரசாயனச் சேர்க்கைப் பொருள்களே அல்ல. இவைகளில் ஹீலியத்தின் 2 எலக்ட்ரான் கூடு மாறுதலின்றி இருக்கிறது. மேலும், இவை மிகவும் குறைந்த உஷ்ண நிலையில்—அதாவது தனி சூனிய வெப்ப நிலைக்கு [absolute zero] அருகாமையில்—மட்டும் தான் நிலைத்திருக்கின்றன.

இரசாயனப் பத்திரிகைகளின் பக்கங்களின் பக்கங்களைப் புரட்டிக் கொண்டே போகும் பொழுது, இன்னொரு செய்தித் துணுக்கைக் காணலாம். இது கற்பனை விநோதம் அல்ல. சோவியத் விஞ்ஞானி நிகிடின் ஸெனனும் ராடானும், நீர், ஃபீனால் இன்னும் வேறு சில அங்கக திர



வங்களுடன் இணைந்த சேர்க்கைப் பொருள்களைத் தயாரித்தார்: $Xe \cdot 6H_2O$யும் $Rn \cdot 6H_2O$யும். இவை சாதாரண சூழ்நிலைகளில் ஸ்திரமானவை, எளிதில் தயாரிக்கக் கூடியவை. ஆனால்...

முன் கூறியது போலவே, இப்பொருள்களில் இரசாயனப் பிணைப்பின் சம்பந்தமே கிடையாது. ஸெனன், ராடான் அணுக்கள் தங்கள் வெளிக் கூடுகளின் பூரணத்துவம் மாறாமல் ஒரு மனதாக இருந்து விடுகின்றன. சேர்க்கைப் பொருள்கள் தோன்றும் முன்னரும் 8 எலக்ட்ரான்கள் தானிருந்தன, பின்னரும் 8 தான். இவ்வாயுக்கள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டு 50 ஆண்டுகள் ஆன பின்னும் ''பெரியதேர் அசைந்து கொடுக்கவில்லை.''

... 20ஆம் நூற்றாண்டு—மனிதனின் சரித்திரத்தில் மறக்க முடியாத நூற்றாண்டு—முடி

வடையப் போகிறது. புயலடித்து ஓய்ந்தது போல. விஞ்ஞானிகள் கடந்த நூறு ஆண்டு காலத்திய சாதனைகளைக் கணக்கிடுவார்கள். சிறந்த கண்டு பிடிப்புக்களின் நீண்ட பட்டியலில் ''மந்த வாயுக் களின் சேர்மங்களைத் தயாரித்தது'' முக்கியமான இடத்தைப் பெறும். உற்சாக மிகுதியினால் விமரி சகர் யாரேனும் ஒருவர் ''கற்பனைக் கெட் டாதது, திடுக்கிட வைப்பது'' என்றெல்லாம் கூறி னாலும் வியப்பில்லை. ஆனால் இது திடுக்கிட வைக் கும் கதையல்ல. உணர்ச்சி நிரம்பிய ஒரு இனிய கதை போல, அல்லது விஞ்ஞானிகள் பல ஆண்டு காலாகத் தங்கள் தலைகளைக் குடைந்து கொண்ட பிரச்சினையின் விடை எத்துணை எளியதாகச் சில சமயம் அமைகிறது என்பதை விளக்கும் கதை எனக் கூறலாம்...

நமது காலத்தில் வேதி இயல் அடர்ந்து, படர்ந்த கிரீடத்தைக் கொண்ட பலம் வாய்ந்த மரத்தை ஒத்திருக்கிறது. எந்த ஒரு கிளையையும் கூட ஒரு தனி மனிதனால் முழுவதும் அறிய முடி யாது. ஒரு ஆராய்ச்சியாளன் விவரமாக ஒரு சிறு குச்சி, ஒரு மொட்டு, அல்லது கட்புலனா காத ஒரு குருத்து ஆகியவற்றை அறியப் பல ஆண்டுகள் செலவிட வேண்டியிருக்கிறது. ஒரு கிளையைப் பற்றிய முழு அறிவு இத்தகைய ஆயிரக்கணக்கான ஆராய்ச்சிகளும் சேர்வதனால் ஏற்படுகிறது.

கனடாவைச் சேர்ந்த நீல் பார்ட்லெட் என்ற விஞ்ஞானி ஆராய்ந்த சிறு கிளை PtF_6 என்ற வாய்ப்பாட்டைக் கொண்டது. வேதி இயல் விஞ் ஞானிகளின் மொழியில் ப்ளாடினம் ஹெக்ஸாஃப்

ளூரைடு எனப்படுவது. அவர் ஒன்றும் தற்செயலாக இச்சேர்மத்தை ஆராய்வதில் அவ்வளவு காலமும் முயற்சியும் செலவிடவில்லை. ஃப்ளூரின் கன உலோகங்களுடன் இணைந்த சேர்மங்கள் விஞ்ஞானத்திலும், நடைமுறையிலும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. அணு பொறியியல் [nuclear engineering] துறைக்காகத் தேவைப்படும் யுரேனியம்-235, யுரேனியம்-238 ஆகிய யுரேனிய ஐசோடோப்புக்களைப் பிரிப்பதில் இந்த ஃப்ளூரைடுகள் பயன் படுகின்றன. ஐசோடோப்புக்களை வெவ்வேருகப் பிரித்தலென்பது சிக்கலான செய்கையாகும். ஆனுல் யுரேனியம் ஹெக்ஸாஃப்ளூரைடின் (UF_6) உதவியால் இது சாத்தியமாகிறது. தவிர, மேலும், கன உலோக ஃப்ளூரைடுகள் மிகவும் வினைச் சக்தியுடைய சேர்மங்கள்.

பார்ட்லெட் ஆக்ஸிஜனுடன் PtF_6யை வினைபுரியச் செய்து ஒரு விநோதமான சேர்மத்தைப் பெற்ருர். அதில் ஆக்ஸிஜன் நேர் மின்னேற்றம் கொண்ட O_2 மூலக்கூருக இருக்கிறது. அதாவது ஒரு எலக்ட்ரானை இழந்த மூலக்கூறு. இதில் என்ன விநோதம் இருக்கிறது? என்னவெனில் ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறிலிருந்து ஒரு எலக்ட்ரானைப் பிரித்து அப்புறப்படுத்துவது மிகவும் கடினம். இதற்கு மிக அதிக அளவு சக்தி தேவைப்படுகிறது. ப்ளாடினம் ஹெக்ஸாஃப்ளூரைடு ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறிலிருந்து ஒரு எலக்ட்ரானைப் பரித்தெடுக்கும் ஆற்றல் வாய்ந்தது.

மந்த வாயு அணுக்களின் வெளி ஷெல்களிலிருந்து ஒரு எலக்ட்ரானை அப்புறப்படுத்து

வதற்கும் மிக அதிக அளவு சக்தி தேவை. மந்த வாயுவின் கனம் அதிகரிக்க, அதிகரிக்க தேவைப்படும் சக்தி குறைகிறது. ஒரு ஸெனன் அணுவின் எலக்ட்ரானை இழக்கச் செய்வது ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறின் எலக்ட்ரானை அப்புறப்படுத்துவதைவிடச் சுலபமாயிருப்பதாகக் கண்டறியப்பட்டது.

இங்குதான் மிகவும் சுவராசியமான விஷயம் தொடங்குகிறது! பார்ட்லெட், ப்ளாடினம் ஹெக்ஸாஃப்ளூரைடை ஸெனன் அணுவிலிருந்து ஒரு எலக்ட்ரானைத் ‘திருட’ச் செய்யத் தீர்மானித்தார். முயற்சியில் வெற்றியும் அடைந்தார். 1962ல் உலகின் முதல் மந்த வாயுவின் சேர்மம் பிறப்பெடுத்தது. $XePtF_6$ என்பது அதன் உருவம். அது சுமாரான ஸ்திரத்தன்மை உடையது. ப்ளாடினம் அல்லது பாதரசத்துடன் ஹீலியம் இணைந்த சேர்மங்கள் போன்றதல்ல.

இந்த மிகச் சிறிய தானியமணி உடனே முளைத்தெழுந்தது. அம்முளையானது, மூங்கில் போல் வளர ஆரம்பித்து, ‘மந்த வாயுக்களின் வேதி இயல்’ [chemistry of the inert gases] என்ற புதிய பிரிவாகியது. நேற்று வரை அநேக விஞ்ஞானிகள் இவ்விஷயத்தில் நம்பிக்கை இல்லாமலிருந்தார்கள் இன்றோ, அவர்கள் வசம் முப்பதுக்கு மேற்பட்ட மந்த வாயுச் சேர்மங்கள் உள்ளன. இவை முக்கியமாக ஸெனன், க்ரிப்டான், ராடான் ஆகியவற்றின் ஃப்ளூரைடுகளே.

இவ்வாறு உயர்குண வாயுக்களின் வெளி எலக்ட்ரான் கூட்டை அசைக்க முடியாதென்ற கட்டுக் கதை சிதைந்தது.

மந்த வாயுக்களின் பல்வேறு சேர்மங்களின்

மூலக்கூறுகளின் அமைப்பு எத்தகையது? விஞ்ஞானிகள் இதனை இப்போது தான் புரிந்து கொள்ள ஆரம்பித்தனர். அணுக்கள் முன்பு எண்ணப்பட்டதை விட அதிக அளவு இணையச் செய்யும் சக்தி [valence force] உடையவை என்று தெரிய வருகிறது.

முன்னர் இணைதிறன் கொள்கையானது எட்டு எலக்ட்ரான் கூடு தனிச் சிறப்பான, நிச்சயமான தன்மையை ஆதாரமாகக் கொண்டிருந்தது. ஆனால் இப்பொழுது இந்தக் கொள்கைகளில் ஒவ்வொன்றும் நன்கு தெளிவுற இருக்கிறதா என்ற கேள்வி விஞ்ஞானிகளுக்கு எதிரே முளைத்தது. அருமை வாசகர்களே! அவற்றில் புதிய சட்டங்களைக் கூற உங்களுக்கும் வாய்ப்புக் கிட்டலாம்...

மற்றுமொரு முரண்பாடா? அது பற்றி என்ன செய்யலாம்?

ஒரு சமயம் யோசனையிலாழ்ந்த ஓர் மனிதன் ஒரு ஆராய்ச்சிக்கூடத்துக்குள் தன் கையில் பெரிய காகிதக் கற்றையுடன் நுழைந்தாரெனச் சொல்லப்படுகிறது. தனது காகிதக் கற்றையை விஞ்ஞானிகளின் முன் விரித்து, சந்தேகமில்லாத தெளிவான குரலில், ''மெண்டலீஃபின் அட்டவணையில் 7 தனி தொகுதிகள் தான் இருக்க வேண்டும்,'' என்று கூறினார்.

பழுத்த உலகானுபவம் கொண்ட விஞ்ஞானிகள் வியப்புடன், ''அது எப்படி?'' என வினவு.

அவர், ''மிகவும் எளிதான விஷயம் அது. 7 என்ற எண் மிக ஆழ்ந்த பொருள் கொண்டது!

வான வில்லின் வர்ணங்கள் 7, சங்கீதத்தில் 7 ஸ்வரங்கள்...'' என்றார்.

அந்த விஞ்ஞானிகளுக்குத் தங்கள் முன் நிற்கும் மனிதன் சரியான புத்தி ஸ்வாதினத்துடன் இல்லை எனத் தெளிவாகத் தெரிந்தது. மெண்டலீஃப் அட்டவணையை விமரிசனம் செய்த அம்மனிதனின் கூற்றை ஒரு நல்ல ஹாஸ்யமாக்கி விட முனைந்தனர்.

அவர்களில் ஒருவர், ''மனிதத் தலையிலும் கூட 7 துவாரங்கள் தான் என்று மறந்து விடாதீர்கள்!'' என்று கூறிப் புன்னகை செய்தார். மற்றொருவர், ''ஞானத்திற்கு 7 தூண்கள் தாம்,'' என்றார்.

மாஸ்கோவிலுள்ள ஆய்வகம் ஒன்றில் நடந்த உண்மைச் சம்பவம் இது. கற்பனை அல்ல.

மூலக அட்டவணையின் சரிதத்தில் இது போன்றுஅநேக சம்பவங்கள் உண்டு. அதனை மாற்றி அமைக்கப் பல்வேறு முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப் பட்டன. சில சமயங்களில் அம்முயற்சிகள் சிறிது உள்ளுணர்வுடன் செய்யப்பட்டன. ஆனால் தாங்கள் சொந்தமாக ஏதேனும் செய்ய வேண்டுமென்ற எண்ணத்தில் சிலரால் செய்யப்பட்ட முயற்சிகளே அதிகம்.

1969ல் மெண்டலீஃபின் மாபெரும் சாதனையின் நூறாவது ஆண்டு விழா கொண்டாடப் பட்டது. தீவிரமான விஞ்ஞானிகள் கூட இந்த நூற்றாண்டு விழாவைத் தொடர்ந்து மூலக அட்டவணையில் ஏதேனும் மாற்றம் செய்ய வேண்டுமென்ற முடிவுக்கு வந்துள்ளனர் என் பதை நினைத்துப் பாருங்கள்.



விஞ்ஞானிகள் 0-தொகுதி தனிமங்களை இரசாயனத் தனிமங்கள் என்ற அழைக்க ஒத்துக் கொள்ளாத காலமும் இருந்தது. இப்போது இதற்கு நேர் மாறான நிலைமை. 0-தொகுதி தனிமங்களை மந்தமானவை என்று கூறுவதே சரியல்ல என்று தோன்றுகிறது. ஒவ்வொரு மாதமும் இரசாயனப் பத்திரிகைகளில் 0-தொகுதி தனிமங்களின் வேதி இயல் பற்றிப் பல கட்டுரைகள் வெளியாகின்றன. பல்வேறு நாடுகளிலிருந்து க்ரிப்டான், ஸெனான், ராடான் ஆகியவற்றின் புதிய சேர்மங்களின் தொகுப்பு முறைகள் பற்றிய செய்திகள் தொடர்ந்து வந்த வண்ணமிருக்கின்றன. 2, 4, 6 இணைதிறன் கொண்ட ஸெனான், 4 இணைதிறன் க்ரிப்டான்—பத்து ஆண்டுகளுக்கு முன் பைத்தியக்காரத் தனமாகத் தோன்

்றிய இச்சொற்களெல்லாம் தற்போது பழக்கத் தில் சாதாரணமாகி விட்டன.

பீதியடைந்த ஒரு பிரபல விஞ்ஞானி, ''மெண்டலீஃப் அட்டவணையின் மேல் ஸெனுன் ஃப்ளூரைடு என்னும் இரவுப் பிசாசு தொங்கு கிறது!'' என்று கூறினாராம்.

அவர் ஒருக்கால சிறிது மிகைப்படுத்திக் கூறியிருந்தாலும், இந்தப் 'பிசாசு' கூடிய சீக் கிரத்தில் விரட்டப்பட வேண்டும். எப்படி?

விஞ்ஞானிகள் கூறும் யோசனையாவது: ''0-தொகுதி'' என்ற கருத்தினை விஞ்ஞான சரித் திரத்தின் பண்டைக்காலத்து அரும் பொருள் கரு வூலத்திற்கு அனுப்பிவிட்டு, மந்தமெனக் கருதப் பட்ட வாயுக்களை வெளிக்கூட்டில் 8 எலக்ட் ரான்கள் கொண்டவை என்பதனைக் கருத்தில் கொண்டு, எட்டாவது தொகுதிக்கு அனுப்பலாம் என்பது.

சற்றுப் பொறுங்கள்! முன்னமே மெண்ட லீஃபினுலேயே அட்டவணைக்குள் எட்டாவது தொ குதி ஒன்று அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்தத் தொகுதியில் இரும்பு, கோபால்ட், நிக்கல், ருதீ னியம், ரோடியம், பல்லேடியம், ஆஸ்மியம் இரி டியம், ப்ளாடினம் என்னும் 9 தனிமங்கள் இருக் கின்றன.

இது பற்றி என்ன செய்ய வேண்டும்?

அதாவது மற்ெருரு முரண்பாட்டை கண் டுள்ளனர் விஞ்ஞானிகள். மூலக அட்டவணையின் பரிச்சயமான தோற்றம் மாற்றப்பட வேண்டும், அதுவும் வெகு சீக்கிரத்திலேயே.

''நல்ல காரியத்துக்கு நாநூறு விக்கினங்கள்,''

என்று பழமொழி. இந்தத் தோற்ற மாறுதலுக்கு இடைஞ்சலாக இருப்பது ''பழைய'' எட்டாவது தொகுதியே இதை எங்கு வைப்பது?

"சர்வ பக்ஷிணி"

பிரபல சோவியத் விஞ்ஞானி ஏ. இ. ஃபெர்ஸ்மான் இதனை அவ்வாறுதான் அழைத்தார். உலகில் இதனைவிட மூர்க்கமான தனிமம் எதுவுமில்லை. இப்பொழுது நாம் கூறப்புகும் கதையின் மூலப் பாத் திரத்தைப் போன்ற வீரியமுள்ள வேறு எந்தப் பொருளையும் இயற்கை உண்டாக்கவில்லை. இயற்கையில் சுய அல்லது தனி நிலையில் இதனைக் காண முடியாது. சேர்மங்களின் வடிவில் தான் காணலாம்.

லத்தீனில் "fluo" என்றால் "flow" என்பதிலிருந்து, இதன் ஆங்கிலப் பெயரான "fluorine" ஏற்பட்டுள்ளது. ஆனல் இதன் ருஷ்ய பெயரான "ftor" என்பது ''அழிக்கும் சக்தி வாய்ந்த'' என்பதன் கிரேக்கச் சொல்லிலிருந்து உண்டாகியிருக்கிறது. மெண்டலீஃப் அட்டவணையின் 7வது தொகுதியின் பிரதிநிதியான இத்தனிமத்துக்கு இப்பெயர், இதன் முக்கிய குணத்தைக் குறிக்கும் இரண்டாவது பொருத்தமான சொல் ஆகும்.

''ஃப்ளூரினைச் சேர்மப் பிணைப்பிலிருந்து விடுவிக்கும் பாதை மரணத்தின் நிழல் படிந்த'' தென்று சொல்லப்பட்டிருக்கிறது. இவை அலங்காரச் சொற்கள் மட்டுமல்ல. மனிதன் 104 தனிமங்களைக் கண்டு பிடித்துள்ளான். புதிய பொருள்களைத் தேடும் முயற்சியில் ஆராய்ச்சியாளர்கள் இன்னல்களைச் சமாளித்தார்கள். ஏமாற்றங்

தை அறிந்தார்கள். முன் தெரிந்திராத தனி மங்களைத் தேடுவதில் விஞ்ஞானிகள் மிகப் பெரும் முயற்சி எடுத்துக்கொள்ள வேண்டியிருந்தது.

வேதிப் பிணைப்பிலிருந்து விடுபட்ட தனி உருவத்தில் ஃப்ளூரின் உயிர்களைக் குடித்திருக் கிறது.

தனி நிலையில் ஃப்ளூரினை அடையும் முயற்சி யில் இறந்தவர்களின் பட்டியல் நீளமானது. ஐரிஷ் விஞ்ஞானக் கழக உறுப்பினரான நாக்ஸ், பிரெஞ்சு விஞ்ஞானி நிக்லெஸ், பெல்ஜிய தேசத்து ஆராய்ச்சியாலர் லேயெட், எல்லோரும் இந்த "சர்வ பக்ஷிணி"க்கு இரையாணர்கள். இன்னும் அநேகர் பயங்கரமாகக் காயமடைந்தனர். அவர் களில் பிரபல பிரெஞ்சு விஞ்ஞானிகளான கே-லூஸக், தெனுர்ட், ஆங்கிலேய விஞ்ஞானி ஹம் ப்ரி டேவி ஆகியோரும் இருந்தனர். இவர்களைத் தவிர, சேர்மங்களிலிருந்து தன்னைப் பிரிக்க முயற் சித்த "மரியாதை தெரியாத" பல ஆராய்ச்சி யாளர்களை ஃப்ளூரின் பழி வாங்கியிருக்கிறது. அவர்களை நாம் இன்றுரென்றே அறியோம்.

1836 ஜுன் 26ம் தேதியன்று பாரிஸின் விஞ் ஞானக் கழகத்தில் தனி ஃப்ளூரினை அடைவதில் தான் கடைசியில் வெற்றி பெற்று விட்டதாக அறிவித்த ஹென்றி மாய்ஸனின் ஒரு கண்ணின் மேல் கட்டுப் போட்டுக் கொண்டிருந்தார்.

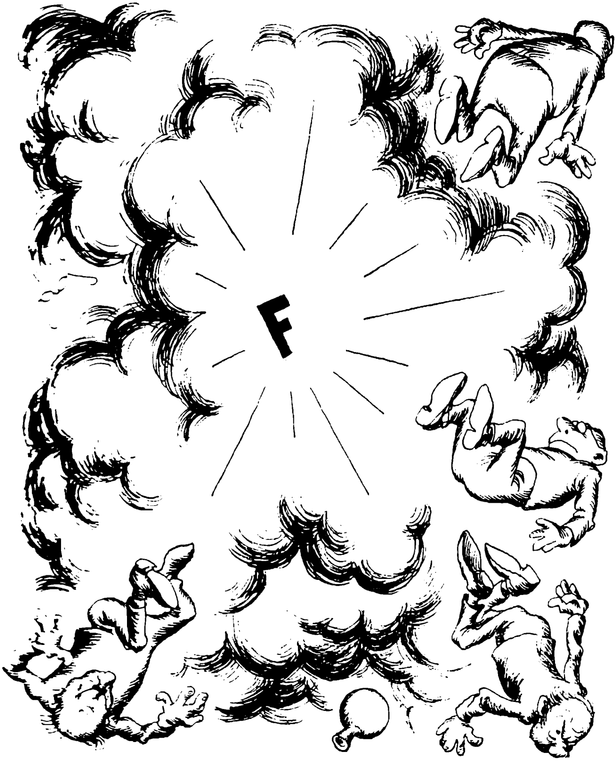
பிரெஞ்சு விஞ்ஞானியான இவரே தனித்த நிலையில் ஃப்ளூரின் என்ற தனிமம் எப்படி இருந் தது என்று அறிந்த முதல் விஞ்ஞானியாவார். பல விஞ்ஞானிகள் இத்தனிமத்தை வைத்துச் சோதனைகள் புரிவதற்குப் பயந்தனர்.

20ஆம் நூற்றுண்டு விஞ்ஞானிகள் ஃப்ளூ ரினுடைய மூக்கத்தனத்தை அடக்கிச் சேனம் பூட்டும் முறைகளையும், அது மனிதனுக்குத் தொண்டு புரிய வைக்கும் வழிகளையும் கண்டு பிடித்துள் ளனர். இத்தனிமத்தைப் பற்றிய இரசாயன இயல் இப்போது கனிம வேதி இயலில் ஒரு தனிப்பட்ட பெரிய பகுதியாகி விட்டது.

குப்பியிலுள்ள பயங்கர ''பூதத்தை'' அடக்கி யாகிவிட்டது. ஃப்ளூரினைத் தனியாகப் பிரிக்க முயன்ற எண்ணற்ற வீரர்களின் முயற்சிகளுக்குப் பலன் கிடைத்து விட்டது.

பலதரப்பட்ட நவீன குளிர் பதனப் பெட்டிகளில் ஃப்ரீயோன் [freon] குளிரவைக்கும் பொருளாகப் பயன்படுகிறது. விஞ்ஞானிகள் இதற்கு டைஃப்ளூரோடைக்ளோரோமீதேன் என்ற பெரிய சிக்கலான பெயரை வைத்துள்ளனர். இச்சேர்மத்தில் ஃப்ளூரின் முக்கியமான, தவிர்க்க முடியாத, அங்கமாகும்.

தானே அழிக்கும் சக்தியுடையதான ஃப்ளூரின் எதனுலும் அழிக்கப்பட முடியாத சேர்மங்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. அவை எரிவதில்லை. கெடுவதில்லை. மேலும், காரங்களிலும் அமிலங்களிலும் கரையாதவை; தனி ஃப்ளூரின் அவைகளைத் தாக்குவதில்லை. ஆர்க்டிக் பிரதேசக் குளிரிஞலும், திடீர் உஷ்ணநிலை வேறுபாடுகளிஞலும் இவை பாதிக்கப்படுவதில்லை. இவற்றுள் சில திரவங்கள், மற்றவை திடப் பொருள்கள், இவற்றின் பொதுவான பெயர் ஃப்ளூரோகார்பன்கள் என்பது. இயற்கையிஞல் கூட உண்டாக்க முடியாத இச்சேர்மங்கள் மனிதனுல் தோற்றுவிக்கப்



ட்டவை. கார்பன், ஃப்ளூரின் சேர்க்கை மிக ட் பயனுள்ளதென அறியப்பட்டது. ஃப்ளூரோ ர்பன்கள் மோட்டார்களில் குளிரவைக்கும் திர ங்களாகவும், விசேஷத் தன்மை கொண்ட ணிகள் தயாரிக்கும் முறையில் துணிகளின் ழைகளுள் செலுத்தும் பொருள்களாகவும், ண்ட காலம் தாங்கும் மசவுப் பொருள்களாக

வும் [lubricants], தொழில் முறை வேதி இயலில் பலதரப்பட்ட அரிதில் கடத்திகளாகவும் கட்டு மானப் பொருள்களாகவும் பயன்படுகின்றன.

அணு சக்தியை அடக்கிப் பயன்படுத்தும் வழிகளை விஞ்ஞானிகள் தேடிக் கொண்டிருந்த போது, யுரேனியம் ஐசோடோப்புகளான யுரேனியம்-235, யுரேனியம்-238யைத் தனித்தனியே பிரிக்க வேண்டியிருந்தது. முன்னரே கூறியபடி யுரேனியம் ஹெக்ஸாஃப்ளூரைடு என்ற சுவராசிய மான சேர்மத்தின் உதவியால் ஆராய்ச்சியாளர் கள் இந்தச் சிக்கலான வேலையில் வெற்றியடைந் தார்கள்.

பல்லாண்டுகளாக யாவரும் எண்ணியிருந்த படி மந்த வாயுக்கள் வேதி இயலின் 'சோம் பேறிகள்' அல்ல என்று நிரூபிக்க வேதி இயல் அறிஞர்களுக்கு ஃப்ளூரின் தான் உதவியது. முதன் முதல் தோற்றுவிக்கப்பட்ட ஸெனனின் சேர்மம் ஃப்ளூரினுடன் இணைந்ததனுல் ஏற்பட்டது தான்.

எத்தகையது ஃப்ளூரினின் செயற்திறன் குறிப்பேடு என்று பார்த்தீர்களா?

ஹென்னிங் பிராண்டின் "மந்திரக்கல்"

ஐரோப்பிய சரித்திரத்தின் மத்திய காலத் தில் நடந்தது இது. ஹாம்பர்க் என்னும் ஜெர் மானிய நகரத்தில் ஹென்னிங் பிராண்டு என்ற வர்த்தகன் வாழ்ந்து வந்தான். அவன் தனது வர்த்தகக் காரியங்களில் எத்துணை ஆய்ந்து புனை யும் தன்மையுள்ளவனுயிருந்தான் என்று நாம் அறி யோம். ஆனுல் வேதியியலைப் பற்றி மிகவும் குறு

ிய அறிவே அவனுக்கிருந்தது எனத் திண்ண மாகக் கூறலாம்.

ஆனுல் அவனுக்கும் கூடத் திடீர்ப் பணக் காரனுகி விட முயல வேண்டுமென்ற சபலத் தைத் தடுக்க முடியவில்லை. இது சுலபமெனத் தோன்றியது: ரசவாதிகளில் கல்லைக் கூடத் தங்க மாக மாற்றும் வல்லமை பெற்றதெனக் கூறப் பட்ட ''வேதாந்தியின் மந்திரக்கல்'' லைக் [philosopher's stone] கண்டு பிடித்து விட்டால் போது மல்லவா...

ஆண்டுகள் கடந்தன. வர்த்தகர்களின் பேச்சுக் களில் பிராண்டின் பெயர் அடிபடுவது வரவரக் குறைந்து போயிற்று. எப்போதேனும் குறிப் பிடப்பட்டால் கூட எல்லோரும் வருத்தத்துடன் தலைகளை அசைத்தனர். அவர் அப்பொழுதெல் லாம் என்ன செய்து கொண்டிருந்தார்? பலதரப் பட்ட தாதுக்களையும் கஷாயங்களையும் கரைத் தார், கலந்தார், சலித்தார், காய்ச்சினுர். அவரது கைகளில் அமிலங்களும் காரங்களும் பட்டு, வெந்து போய் ஆருத புண்கள் ஏற்பட்டன.

ஒரு நாள் மாலை அந்த முன்னுள் வர்த்த கரை அதிர்ஷ்டம் தேடி வந்தது. அவரது குடு வையின் அடியில் பனியைப் போன்ற வெண்மை யான ஒரு பொருள் தங்கியது. அது வேகமாக எரிந்து, கனத்த மூச்சடைக்கும் புகையை உண் டாக்கியது. அது மாட்டுமோ, புதுமையிலும் புதுமையாக அப்பொருள் இருளில் ஒளிர்ந்தது. அதன் குளிர்ந்த ஒளியானது பிராண்ட் தனது பழைய ரசவாத நூல்களைப் படிக்கக்கூடிய அளவு பிரகாசமாயிருந்தது. (அச்சமயத்தில் அவருடைய

வர்த்தகக் கடிதங்களும் ரசீதுகளும் இருக்க வேண்டிய இடத்தை மேற்கூறிய நூல்கள் அல்லவா, அடைத்துக்கொண்டிருந்தன!)

...இவ்வாறாக தற்செயலாக ஃபாஸ்பரஸ் என்ற தனிமம் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. அதனுடைய பெயர் "ஒளி தாங்கி" என்பதற்குக் கிரேக்கச் சொல்லிலிருந்து ஏற்பட்டது.

பல ஒளிரும் சேர்மங்களின் முக்கிய அங்கமாக இருப்பது ஃபாஸ்பரஸ். ஷெர்லக் ஹோம்ஸ் மிக முயன்று தேடிய, பிரசித்தி பெற்ற பாஸ் கர்வில்ஸின் நாய் உங்களுக்கு நினைவுக்கு வருகிறதா? அதன் வாயில் ஃபாஸ்பரஸ் தடவப்பட்டிருந்தது.

மூலக அட்டவணையின் வேறு எந்தத் தனிமத்துக்கும் இப்படிப்பட்ட விசேஷ குணம் கிடையாது.

ஃபாஸ்பரஸின் முக்கியமான மதிப்பிற்குரிய குணங்கள் மிகப் பல.

ஜெர்மானிய விஞ்ஞானி மோலெஷாட் ஒரு முறை, "ஃபாஸ்பரஸ் இன்றேல் எண்ணும் திறனும் இல்லை" என்றார். இது உண்மையே. ஏனெனில் மூளையின் திசுக்கள் பல அரிய ஃபாஸ்பரஸ் சேர்மங்கள் கொண்டவை. அது மட்டுமல்ல.

ஃபாஸ்பரஸ் இல்லாமல் உயிர் வாழ்தல் இல்லை. அதின்றி சுவாசம் என்பது இயலாது; தசைகள் சக்தியைச் சேமிக்க முடியாது. கடைசியாக, ஃபாஸ்பரஸ் எந்த உயிர் வாழும் பிராணியின் கட்டமைப்பையும் உருவாக்கும் "செங்கற்களி"ல் ஒன்று. உண்மையைக் கூறப்புகின், எலும்

ின் முக்கியமான பகுதி கால்சியம் ஃபாஸ்பேட் ஆகும்.

உயிரற்ற சடத்திற்கு உயிர் ஊட்டுகிறது என்ற பொருளில், இது ''வேதாந்தியின் கல்'' லைப் போன்று அத்துணை நற்குணம் வாய்ந்தது தானே?

ஏன் ஃபாஸ்பரஸ் ஒளிர்கிறது?

வெற்றி ஃபாஸ்பரஸின் மேல் எப்போதும் மேகம் போன்று ஃபாஸ்பரஸ் ஆவி கவிந்திருக்கிறது. இந்த ஆவி அதிக அளவு சக்தியை வெளியிட்டுக் கொண்டு ஆக்ஸிகரணமடைகிறது. இச் சக்தி தான் ஃபாஸ்பரஸின் அணுக்களை ஊக்குவித்து ஒளிரச் செய்கிறது.

புதியதன் மணம் அல்லது "அளவின் மிகை" தன்மை வேறுபாடாக மாறுவதற்கொரு உதாரணம்

இடியுடன் கூடிய பெருமழைக்குப் பின்னர் உங்கள் சுவாசம் இலகுவாக இருக்கிறது. சுற்றுப்புறக் காற்று நிர்மலமாகப் புத்துயிருட்டுவதாக இருக்கிறது.

இது ஒரு கவியின் கற்பனை அல்ல. இடியினால் வெளி மண்டலத்தில் ஓஜோன் வாயு உண்டாகிறது. இவ்வாயுதான் காற்றைச் சுத்தமானதாகத் தோன்றச் செய்கிறது.

ஓஜோன் என்பது அடிப்படையில் ஆக்ஸிஜனே. ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறில் இரண்டு அணுக்களிருக்க, ஓஜோன் மூலக்கூறில் 3 அணுக்களிருக்கின்றன. ஆக்ஸிஜனின் ஒரு அணுக்கூடுதலோ, குறைவோ, வேறுபாட்டை உண்டாக்கக் காரணமென்ன?

காரணம் இருக்கிறது. ஆக்ஸிஜனும் ஓஜோனும் முற்றிலும் வேறானவை.

ஆக்ஸிஜனில்லாமல் உயிரில்லை. இதற்கு நேர் எதிராக, ஓஜோன் அளவு மிகைப்பட்டால் உயிர்ப் பிராணிகளைக் கொன்று விடுகிறது. ஃப்ளூரினுக்கு அடுத்தபடியாக, இது மிகப் பலம் பொருந்திய ஆக்ஸிகரணி. அங்ககப் பொருள்களுடன் சேர்ந்தால் ஓஜோன் அவற்றை உடனே அழித்து விடுகிறது. தங்கம், ப்ளாடினம் ஆகியவற்றைத் தவிர மற்ற எல்லா உலோகங்களும் ஓஜோனால் தாக்கப்படும் போது ஆக்ஸைடுகளாக மாறுகின்றன.

அதற்கு இரு முகங்களுண்டு! எல்லா உயிர்ப் பொருள்களையும் ஒறுக்கும் கொலையாளியாகவே இருக்கும் ஓஜோன் பல விதங்களில் பூமியில் உயிரினங்கள் வளரவும் உதவுகிறது.



இந்தத் தோற்ற முரண்பாட்டைச் சுலபமாக விளக்கலாம். சூரியனின் ஒளியின் கதிர்கள் யாவும் ஒன்று போல இருப்பதில்லை. அவற்றில் அல்ட்ரா-வயலெட் கதிர்கள் [ultraviolet rays] உள்ளன. இவை பூமியின் மேல் பரப்பை அடைந்தால் பூமியில் உயிரினம் இல்லாமலே போய் விடும். ஏனெனில் இக்கதிர்கள் மிக அதிக அளவு சக்தியைக் கொண்டு வருகின்றன. அதனால் உயிர்ப் பிராணிகளுக்குப் பெருங்கேடு விளைவிப்பவையாக இருக்கின்றன.

அதிர்ஷ்டவசமாக, சூரியனின் அல்ட்ரா-வயலெட் கதிர்களின் மிகச் சிறிய பாகம்தான் பூமியின் மேற்பரப்பை அடைகிறது. 20-30 கிலோமீட்டர்கள் உயரத்தில், வளி மண்டலத்தில் அவற்றின் பெரும் பகுதி தன் ஆற்றலை இழக்கிறது. நம் பூமியைச் சுற்றியுள்ள காற்றுப் போர்வையின் இந்த மட்டத்தில் அதிக அளவு ஓஜோன் இருக்கிறது. அது அல்ட்ரா-வயலெட் கதிர்களைக் கிரகித்து விடுகிறது.

நிற்க, பூமியின் மேல் உயிரினத்தின் தோற்றத்தைப் பற்றிய தற்காலத்திய கொள்கைகளில் ஒன்று. உயிர்ப்பிராணிகளின் முதல் தோற்றத்தின் காலத்தை வளி மண்டலத்தில் ஓஜோன் தோன்றிய காலத்துடன் சம்பந்தப்படுகிறது.

பூமியில் மக்களுக்கு ஓஜோன் அதிக அளவில் தேவைப்படுகிறது என்பதும் உண்மையே.

முக்கியமாக வேதி இயல் அறிஞர்களுக்கு ஆயிரக்கணக்கான டன்கள் ஓஜோன் மிகவும் தேவை.

இரசாயனத் தொழில் துறை ஓஜோனின்

அதிசயிக்கத் தக்க ஆக்ஸிகரண சக்தியை மகிழ் வுடன் பயன்படுத்தத் தயாராயிருக்கிறது.

எண்ணெய்த் தொழிலில் ஈடுபடுபவர்களும் கூட ஓஜோனுக்கு மனமுவந்து, தலை வணங்கு வார்கள். அநேக எண்ணெய் வயல்களின் பெட் ரோலியத்தில் கந்தகம் இருக்கிறது. புளிப்பு எண் ணெய் எனப்படும் இவை தொந்தரவு பிடித்தவை. தொழிற் கருவிகளை, உதாரணமாக மின் சக்தி நிலையங்களின் கொதிகலத்தின் பகுதிகளை [boiler stockers] ஓஜோனைக் கொண்டு, இத்தகைய எண்ணெய்களிலிருந்து சுலபமாகக் கந்தகத்தை நீக்கலாம். மேலும், இந்த நீக்கப்பட்ட கந்த கத்தைப் பயன்படுத்தித் தற்போது தயாரிக்கப் படும் கந்தக அமிலத்தில் அளவை இரு மடங்கு, ஏன் மூன்று மடங்காகக் கூட அதிகரிக்கலாம்.

நாம் க்ளோரின் சிறிது கலந்த நீரை குடிக் கிறோம். அது கெடுதி விளைவிக்காதது. ஆனால் அதன் சுவை, ஊற்று நீரை விடத் தரத்தில் குறைந்தது. ஓஜோன் செலுத்தப்பட்ட குடிநீரில் நோய் விளைவிக்கும் பாக்டீரியாக்கள் அறவே நீக்கப்பட்டிருப்பதுடன் சுவையும் கெடுவதில்லை.

ஓஜோன் பழைய மோட்டார் டயர்களைப் புதுப்பிக்கிறது. துணிகள், செல்லுலோஸ், நூல் இவற்றை வெளுக்கிறது. இன்னும் பல காரியங் களை ஓஜோனைக் கொண்டு செய்ய முடியும். அத னால் தான் விஞ்ஞானிகளும் பொறி வல்லுநர் களும் அதிகக் கொள் திறனுள்ள ஓஜோன் தயா ரிக்கும் கருவிகளை [ozonizers] உருவாக்குவதில் முனைந்துள்ளனர்.

ஓஜோன் எத்தகையதென்பது விளங்குகிற

தல்லவா? O_3, O_2வை விட, முக்கியத்துவத்தில் குறைந்ததல்ல. அளவானது தரமாக மாறுவதன் நேர் எதிர்—சங்கமக் [dialectical] கொள்கை வெகுகாலம் முன்னரே வேதாந்தத்தில் தோற்றுவிக்கப்பட்டது. ஆக்ஸிஜன், ஓஜோன் ஆகியவை வேதியியலில் இதன் விளக்கமான உதாரணங்களாகும்.

மேலும், நான்கு ஆக்ஸிஜன் அணுக்கள் கொண்ட மூலக்கூறு (O_4) பற்றியும் விஞ்ஞானிகள் அறிவார்கள். ஆனால் இது மிகவும் நிலைத்தன்மை அற்றதாகையால் அதன் குணங்கள் பற்றி இதுவரை எதுவும் தெரியவில்லை.

எளியது, ஆனால் வியப்பைத் தருவது

இரண்டாம் உலக யுத்தத்திற்கு முன்னால் ''வோல்கா, வோல்கா'' ("Volga, Volga") என்ற வேடிக்கைச் சலனப்படத்தைப் பார்த்திருக்கலாம். அதில் நீர் சுப்பவனொருவன், தன் சோம்பேறிக் குதிரைகளைச் சாட்டையினாலடித்து ஊக்கிக் கொண்டே, குதூகலமாக,

''எங்குமே வேண்டுவார் நீரை—அது
இல்லையேல் யாரே மதிப்பவர் யாரை...''

என்று பாடுகிறான்.

இந்தப் பாட்டு பிரசித்தியடைந்து, இப்போது பழமொழியுமாகி விட்டது.

தண்ணீர் என்பது உயிர் வாழ்க்கையில் முதற்பொருளாகும். H_2O. ஒரு ஆக்ஸிஜன் அணுவும், இரண்டு ஹைடிரஜன் அணுக்களும். இதுவே ஒரு வேளை நீங்கள் கற்றறியும் முதல் வேதியியல்

வாய்ப்பாடாகவும் இருக்கலாம். தண்ணீர் திடீ ரென நம் பூமியிலிருந்து மறைந்து விட்டால் என்ன நேரிடுமெனச் சற்றுக் கற்பனை செய்ய முயலுங்கள்.

...முன்னர் கரைந்திருந்த உப்புக்கள் கன மாகப் படிந்த கடற் பள்ளங்கள் பேழ்வாய் பிளந்தபடி இருக்கும். வறண்டு காய்ந்த ஆற்றுப் படுகைகள், நீரற்ற ஊற்றுகள், வெந்த சாம் பலாகச்சிதைந்த பாறைகள். (பாறைகளின் உள் ளமைப்பில் ஒரு முக்கியமான பகுதிப் பொருள் நீர் அல்லவா!)

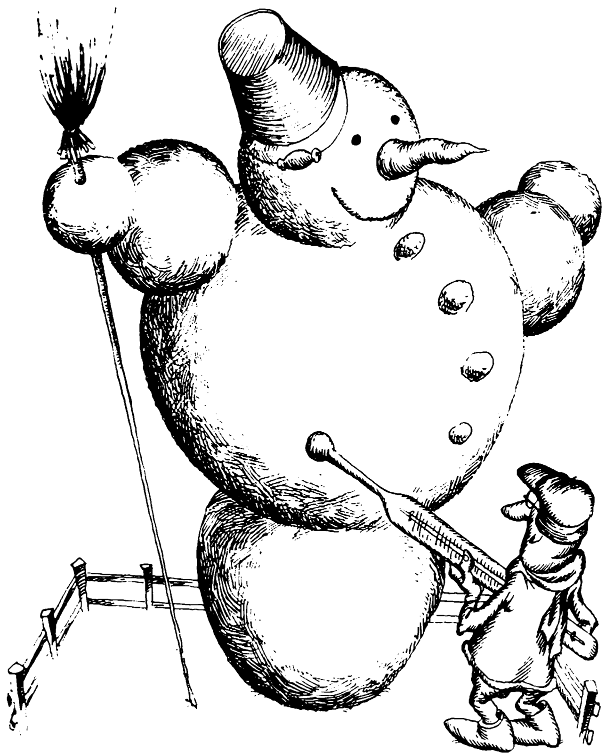
செடியோ, பூவோ, சிற்றுயிர் வகையோ எதுவும் சாவின் இருப்பிடமான இப்பூமியில் இராது. மேலே, கண்டறியாத பயங்கரமான நிறம் கொண்ட மேகங்களற்ற வானக் கவிப்பு.

எவ்வளவு சாதாரணமான ஒரு சேர்மம் நீர் என்பது! ஆயினும் தண்ணீரில்லாவிடில் எந்தவித மான உயிர் வாழ்க்கையும் சாத்தியமல்ல.

ஏன் தெரியுமா? முதலாவதாக இந்த உல கில் தண்ணீர் தான் மிகவும் அதிசயத் தன்மை கள் கொண்ட சேர்மம்.

செல்ஸியஸ் தன் உஷ்ணமானியைக் கண்டு பிடித்த போது அவர் நீரின் கொதி நிலை, உறை நிலை என்ற இரண்டு மாருத எண்களைத் தன் கருவி யின் அடிப்படையாகக் கொண்டார். முன்னதை 100° எனவும் பின்னதை 0° எனவும் எடுத்துக் கொண்டார். இவற்றின் இடைத்தூரத்தை 100 பாகங்களாகப் பிரித்தார். இவ்வாறு உஷ்ண நிலைகளை அளக்கும் முதல் கருவி தோன்றியது.

ஆனல் தண்ணீர் 0°யில் உறையவோ, 100°



யில் கொதிக்கவோ கூடாதென்பதை அறிந்தால் செல்ஸியஸ் என்ன எண்ணியிருப்பாரோ?

இவ்விஷயத்தில் தண்ணீரின் தன்மை திரிசமனது என்று தற்காலத்திய விஞ்ஞானிகள் உறுதிப்படுத்தியுள்ளனர். உலகில் 'ஒன்று கிடக்க ஒன்ருன' நடத்தை உள்ள சேர்மங்களில் மிக மோசமானது நீர் தான்.

தண்ணீர் —80°யில், அதாவது தன் கொதி நிலைக்கு 180° கீழே, கொதிக்க வேண்டும் என விஞ்ஞானிகள் கூறுகிறார்கள். அது கிடக்கட்டும். மூலகப் படியமைப்பு அட்டவணையில் அமுலில் இருக்கும் சட்டங்கள் இத்தகைய தென்துருவ உஷ்ண நிலையில் தான் அது கொதிக்க வேண்டு மென்று வரையறுக்கின்றனர்.

மூலக அட்டவணையின் எதேனும் ஒரு தொகுதியைச் சேர்ந்த தனிமங்களின் தன்மைகள் படிப் படியாக, இலேசான தனிமங்களிலிருந்து கனத்தவை வரை, மாறுபடுகின்றன. உதாரணமாக கொதி நிலையை எடுத்துக் கொள்வோம். சேர் மங்களின் குணங்கள் எப்படி வேண்டுமானாலும் வேறுபடுவதில்லை. அவைகளின் மூலக்கூறில் உள்ள தனிமங்கள் மெண்டலீஃபின் அட்டவணையில் எந்த இடத்தில் உள்ளன என்பதைப் பொருத்தவை. இது குறிப்பாக, ஹைடிரஜன் சேர்மங்கள். அதாவது ஒரே தொகுதியைச் சேர்ந்த தனிமங்களின் ஹைடிரைடுகளைக் குறிக்கிறது.

நீரை ஆக்ஸிஜன் ஹைடிரைடு எனலாம். ஆக்ஸிஜன் ஆறாவது தொகுதியின் அங்கத்தினன். இத்தொகுதியில் கந்தகம், ஸெலீனியம், டெல்லூரியம், பொலோனியம் ஆகியவையும் அடங்குகின்றன. இந்தத் தனிமங்களின் ஹைடிரைடுகள் தண்ணீர் மூலக்கூறு போன்று, அதே மாதிரி மூலக்கூறு அமைப்பைக் கொண்டவை: H_2S, H_2Se, H_2Te, H_2Po. இந்தச் சேர்மங்களின் கொதி நிலைகள் கந்தகம் முதல் படியாக அதன் கனமான சோதரர்கள் வரை அதிகரிக்கின்றன. எதிர் பாராத விதமாக, நீரின் கொதி நிலை இவ்வரிசை

யினின்றும் விலகி நிற்கிறது. அது இருக்க வேண்டியதை விட மிக அதிகமாக இருக்கிறது. தண்ணீரானது மூலக அட்டவணைக்காக நிர்ணயிக்கப்பட்ட நடப்புச் சட்டங்களை அங்கீகரிக்க மறுக்கிறது. ஆவி நிலைக்கு மாறுவதை 180° அளவில் (அதாவது 100°க்குத்) தள்ளிப் போடுகிறது. இது தண்ணீரின் ஒழுங்கு மீறிய தன்மை [anomaly]களில் முதலாவது.

இரண்டாவது அதன் உறை நிலையைப் பொறுத்தது. மூலக அட்டவணையின் சட்டங்கள், தண்ணீர் பூஜ்யத்துக்கு 100° கீழே உறைய வேண்டு மென்று குறிப்பிடுகின்றன. தண்ணீரோ வெகு மோசமாக இந்த விதியையும் மீறி 0°யில் உறைகிறது.

தண்ணீரின் இந்தத் தன்னிச்சையான தன்மை அதன் திரவ, திட நிலைகள் அசாதாரணமானவை என்பதை உணர்த்துகின்றன.

சட்டங்களின் படிக் கூறப்போனால் தண்ணீர் பூமியில் ஆவி நிலையில் தானிருக்க வேண்டும். இப்போது தண்ணீரின் தன்மைகள் மூலகப் படியமைப்புச் சட்டத்தின் கண்டிப்பான சட்ட திட்டங்களுக்கு ஏற்ப இருக்கும் ஓர் உலகைக் கற்பனை செய்து கொள்ளுங்கள். நாவல் எழுத்தாளர்களுக்கு இத்தகைய உலகத்தின் ஓவியம் தன் தோற்றது. வேடிக்கையான நவீனங்களுக்கும் கதைகளுக்கும் அடிப்படையாக அமையும். ஆனால் நமக்கும் விஞ்ஞானிகளுக்கும், மூலக அட்டவணையானது முதல் பார்வையில் தோன்றுவதைவிட மிகச் சிக்கலான அமைப்புடையது என்பதற்கும், இதில் குடியிருக்கும் தனிமங்கள் குறிப்பிட்ட

கட்டுகளுக்குட்படுத்த முடியாமலிருப்பதனுல், உயிருள்ள மனிதர்களை ஒத்தவை என்பதற்கும், இது மேலும் சான்ருகிறது. தண்ணீர் தன்னிச்சை யான சுபாவமுள்ளது...

ஏனே?

ஏனெனில் தண்ணீரில் மூலக்கூறுகளுக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட கட்டமைப்பு உண்டு. இதனுல் அவை களுக்கு ஒன்றை ஒன்று கவர்ந்திழுக்கும் தன்மை ஏற்படுகிறது. ஒரு குவளைத் தண்ணீரில் நீரின் ஒரு மூலக்கூற்றைக்கான முயற்சித்தல் வீனே. ஏனெனில் தண்ணீரின் மூலக்கூறுகள் குழுக்களாக அமைந்திருக்கின்றன. இவற்றை விஞ்ஞானிகள் சேர்க்கைகள் என்று குறிப்பிடுகிருர்கள். ஆகவே தண்ணீரின் வாய்ப்பாட்டை $(H_2O)^n$ என்று அழைத் தலே பொருந்தும். n என்ற கீழ்க்குறியீடு சேர்க் கையிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையைக் குறிப்பிடுகிறது. தண்ணீர் மூலக்கூறுகளிடையே உள்ள இந்தத் தளைகளை உடைப்பது மிகவும் கடினம். எனவே தான் தண்ணீர் நாம் எதிர் பார்ப்பதை விட உயர்ந்த உஷ்ண நிலைகளில் உறைகிறது, கொதிக்கிறது.

"பனி குளிர்ந்த சிற்ருற்றின் மேற்பரப்பில் உறுதியற்ற பனிப்படர்..."

1913ல் ஒரு மிகவும் துக்ககரமான சம்ப வம் பற்றிய செய்தி உலகம் முழுவதிலும் பரவி யது. மிகப் பெரிய கப்பலான ''டைடானிக்'' ஒரு பெரிய பனிப்பாறையில் மோதி, மூழ்கியது. விஷம் தெரிந்தவர்கள் இந்த விபத்துக்கு

அநேகக் காரணங்களைக் கூறினர். பனி மூட்டத்தினுல் கப்பல் தலைவன் மிகப் பெரிய மிதக்கும் பனி மலையைச் சரியான நேரத்தில் பார்க்கக் கூடவில்லையாதலால், கப்பல் அதனுடன் மோதி, அழிந்தது என்று கூறப்பட்டது.

ஒரு வேதியியல் அறிஞனின் கண்ணோட்டத்துடன் இந்த நிகழ்ச்சியை நோக்கின், ''டைடானிக்'' என்ற அக்கப்பல் தண்ணீரின் மற்றொரு ஒழுங்கு மீறிய தன்மைக்கு இரையாகியது என்ற எதிர்பாராத முடிவுக்கு வருகிறோம்.

பயங்கரமான பெரிய பனிமலைகள், பத்தாயிரக் கணக்கான டன்கள் எடையுள்ளவையாக இருந்தாலும், தண்ணீரின் மேற்பரப்பில் தக்கை போல் மிதக்கின்றன.

பனிக்கட்டியானது தண்ணீரை விட இலேசானதாக இருப்பதால் தான் இரு சாத்தியமாகிறது.

ஏதேனும் ஒரு உலோகத்தை உருக்கிய திரவத்தில் திட உலோகத் துண்டம் ஒன்றைப் போட்டால், அது உடனே மூழ்கி விடும்: எந்தப் பொருளுக்கும் திட நிலையில் அதன் ஒப்படர்த்தி திரவ நிலை ஒப்படர்த்தியை விட அதிகம். பனிக்கட்டியும் தண்ணீரும் இதற்கு ஒரு வியக்கத்தக்க விதி விலக்கு. ஆயினும் இவ்விதி விலக்கு இன்றேல், மத்திய அட்சரேகைப் பகுதிகளில் உள்ள நீர் நிலைகள் அனைத்தும் குளிர் காலத்தில் அடித்தளம் வரை உறைந்து விடும். அவற்றில் வாழும் உயிரினங்கள் யாவும் அழிந்து விடும்.

நெக்ராஸோவின் கவிதையை நினைவு கூறுங்கள்:

''சின்னஞ்சிறிய ஓடையிலே சீதப்புனலின்
மேலாடும்
பின்னற்கீற்றுத் துண்டுகளாய் மெல்லத்
தவழும் பனிமூட்டம்
இன்னம் உறுதிப்படவில்லை இங்கு மங்கும்
திட்டுகளாய்
கன்னல் மெல்லக் கரைவது போல்
காணும் எழிலைப் பாரீரோ!''

மிகுந்த குளிரில் பனிக்கட்டி இறுகுகிறது. ஆற்றின் மேல் பனிக்காலப் பாதை ஒன்று போட முடியும். ஆனால் கனத்த பனிக்கட்டித் தளத்துக்கு அடியில் தண்ணீர் முன் போலவே ஓடிக்கொண்டு தானிருக்கிறது. ஆறு அடித்தளம் வரை ஒரு போதும் உறைவதில்லை.

தண்ணீரின் திட நிலையான பனிக்கட்டி ஒரு மிக விநோதமான பொருள். அதில் பல வகைகள் உள்ளன. இயற்கையில் நாம் காணுவது பூஜ்யத்தில் (செல்ஸியஸின் ஸ்கேலில்) உருகும் பனிக்கட்டியாகும். அதிக அழுத்தத்தை உபயோகித்து மேலும் ஆறு பனிக்கட்டிகளை ஆராய்ச்சி சாலையில் அடைந்துள்ளார்கள். அவற்றுள் மிக விநோதமானதும், 21,700 அட்மாஸ்ஃபியர்கள் அழுத்தத்தில் உருவாவதுமான பனிக்கட்டியை செந்தழற் பனிக்கட்டி [red-hot ice] எனலாம். அது பூஜயத்திற்கு மேல் 192°Cயில் 32,000 அட்மாஸ்ஃபியர்கள் அழுத்தத்தில் உருகுகிறது.

பனிக்கட்டி உருகுவதைப்போன்ற அத்தனை பழக்கப்பட்ட சாதாரண நிகழ்ச்சி வேறு ஏதுவுமில்லை என்று தோன்றும். ஆனால் அதில் எத்துணை விநோதங்கள் அடங்கியுள்ளன!

உருகும் பொழுது பொதுவாக எந்தத் திடப் பொருளும் விரிவடையத் தொடங்குகிறது. ஆனால் பனிக்கட்டி உருகும் போது உண்டாகும் தண்ணீர் வேறு விதமான மாறுதலைக் காட்டுகிறது. அது முதலில் சுருங்குகிறது; பிறகு தான், உஷ்ணநிலை தொடர்ந்து அதிகரிக்கும் போது, விரிவடைய ஆரம்பிக்கிறது. இதுவும் தண்ணீர் மூலக்கூறு களின் ஒன்றையொன்று ஈர்க்கும் தன்மையினால் ஏற்படுவது தான். +4°Cயில் இத்தன்மை மிக வும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகிறது. எனவே இந்த உஷ்ணநிலையில் தண்ணீரின் ஒப்படர்த்தி [density] மிக அதிகமாக இருக்கிறது. அத னால் தான் நமது ஆறுகள், குளங்கள், ஏரிகள் முதலியன மிகக் குளிர்ந்த கால நிலையிலும் கூட, அடித்தளம் வரை உறைவதில்லை. வசந்தத்தின் வருகை ஒவ்வொருவரையும் மகிழ்வடையச் செய் கிறது. நாம் யாவரும் பொன்னான இலையுதிர் காலத்தில் மகிழ்ச்சியுற்றிருக்கிறோம். குஷியான வசந்தத்தில் பனி உருக, வனங்களும் சிந்துர வண் அங்கி தரித்து விளங்க...

தண்ணீரின் மற்றுமொரு விநோதமான தன்மை!

பணிக்கட்டியை உருவாக்குவதற்கு வேண் டிய வெப்பம் அதே அளவுள்ள வேறு எந்தப் பொருளின் தேவையை விட அதிகமானது.

தண்ணீர் உறையும் போது இந்த வெப் பம் மீண்டும் வெளியிடப்படுகிறது. அவ்வாறு திரும்பிக் கொடுக்கும் பொழுது, பனிக்கட்டியும், வெண் பனியும் [snow] பூமியையும், காற்றை யும் அதிகக் குளிரடையாமல் காக்கின்றன. அவை

கடுமையான குளிர்காலம் திடீரென வந்து விடாமல், இலையுதிர்காலத்தைப் பல வாரங்களுக்கு நீடிக்கச் செய்து, மாறுதலைச் சிறிது சிறிதாக நேரச்செய்கின்றன. இதற்கு மாருக, வசந்த காலத்தில், பனி உருகுதலானது நசைவான கால நிலையை ஓரளவு நிறுத்தித் தங்க வைக்கிறது.

எத்துணை நீர் வகைகள் உண்டு உலகிலே?

விஞ்ஞானிகள் இயற்கையில் மூன்று ஹைடிரஜன் ஐசோடோப்புக்களைக் கண்டு பிடித்துள்ளனர். அவற்றுள் ஒவ்வொன்றும் ஆக்ஸிஜனுடன் இணையும். எனவே மூன்று வகைத் தண்ணீரும் உண்டு எனலாம்: ப்ரோடியம், ட்யூடீரியம், ட்ரைடியம் தண்ணீர் (H_2O, D_2O, T_2O) ஆகியவை.

தன் மூலக்கூறுகளில் ஒரு ப்ரோடியம் அணுவும், ஒரு ட்யூடீரியம் அணுவும் கொண்ட அல்லது ஒரு ட்யூடீரியம் அணுவும் ஒரு ட்ரைடியம் அணுவும் கொண்ட கலப்புத் தண்ணீர்களும் இருக்கலாம். ஆகவே தண்ணீரின் வகைகளின் பட்டியல் நீண்டு போகிறது: HDO, HTO, DTO.

ஆனுல் தண்ணீரிலுள்ள ஆக்ஸிஜனும் மூன்று ஐசோடோப்புகளின் கலப்புதான்: ஆக்ஸிஜன்-16, ஆக்ஸிஜன்-17, ஆக்ஸிஜன்-18. இவற்றில் முதல் வகை ஆக்ஸிஜன் தான் இயற்கையில் அதிக அளவில் காணப்படுவது.

ஆக்ஸிஜனின் வகைகளையும் உத்தேசித்து இந்தப் பட்டியலில் இன்னும் 12 நீர் வகைகளைச் சேர்க்கலாம். நீங்கள் ஒரு ஆற்றிலிருந்தோ, ஏரியிலிருந்தோ ஒரு கோப்பைத் தண்ணீரை எடுக்

கும்போது, உங்கள் கோப்பையில் நீரின் 18 வகைகள் உள்ளன என்று ஒரு போதும் எண்ணியிருக்க மாட்டார்கள்.

எனவே எங்கிருந்து வந்தாலும், தண்ணீர், வெவ்வேறு வகை மூலக்கூறுகளின் கலப்புதான்; அவற்றுள் மிக இலேசானது H_2O^{16}, மிகக் கனமானது T_2O^{18}. வேதியியல் விஞ்ஞானிகள் இந்தப் பதினெட்டு வகைகளில் ஒவ்வொன்றையும் கலப்படமற்ற வடிவில் இப்போது தயாரிக்க முடியும்.

ஹைடிரஜன் ஐசோடோப்புகள் தங்கள் குணங்களில் நன்கு புலப்படும் வகையில் மாறுபடுகின்றன, என்று நாம் அறிவோம். தண்ணீரின் பல வகைகள் இந்த விஷயத்தில் எப்படி? அவைகளும் தான் சில விஷயங்களில் மாறுபடுகின்றன. உதாரணமாக, மாறுபட்ட ஒப்படர்த்திகளும், மாறுபட்ட உறை, கொதி நிலைகளும், உள்ளனவாக இருக்கின்றன.

மேலும் இயற்கையில் பலவகைத் தண்ணீரின் அளவை ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால், அது இடத்திற்கு இடம் வித்தியாசமாகவே இருக்கிறது.

உதாரணமாக, குழய்த் தண்ணீரில் ஒவ்வொரு டன்னிலும் 150 கிராம் கனத்த ட்யூடீரியம் தண்ணீர் [heavy water] D_2O இருக்கிறது. ஆனுல் பசிபிக் மஹாசமுத்திரத்தின் நீரில் இதன் அளவு குறிப்பிடத் தக்கபடி அதிகமாக உள்ளது. அதாவது ஏறக்குறைய 165 கிராம். காகஸஸ் பனி ஆறுகளின் ஒரு டன் பனிக்கட்டியில் ஒரு கனமீட்டர் ஆற்று நீரிலுள்ளதை விட 7 கிராம் கனத்த தண்ணீர் அதிகமாக இருக்கிறது. சுருங்கக்

கூறின், தண்ணீரில் ஐசோடோப்புகளின் விகிதாச் சாரம் இடத்திற்கு இடம் வெவ்வேருக இருக்கிறது. இதற்குக் காரணம்: இயற்கையில் ஐசோடோப்புகளின் மாபெரும் பரிவர்த்தனையொன்று தொடர்ச்சியாக நடைபெற்றுக்கொண்டிருப்பதே. வெவ்வேறு ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன் ஐசோடோப்புகள் ஒன்ருேடொன்று பல்வகைப்பட்ட நிலைகளில் இடம் மாறிக் கொண்டேயிருக்கின்றன.

இத்துணை வகைகள் கொண்ட வேறு ஏதேனும் சேர்மம் இயற்கையில் உள்ளதா? இல்லை.

பெரும்பாலும் நாம் ப்ரோடியம் தண்ணீரைத்தான் கையாளுகிருேம். ஆனல் மற்ற வகைகளையும் புறக்கணிப்பதற்கில்லை. அவைகளில் சில, முக்கியமாக D_2O, நடைமுறையில் பரவலாகப் பயன்படுகின்றன. அணு உலைகளில் [nuclear reactors] யுரேனியச் சிதைவை உண்டாக்கும் நியூட்ரான்களின் வேகத்தைத் தணிக்க D_2O பயன்படுகிறது. மேலும் விஞ்ஞானிகள் ஐசோடோப்பு வேதி இயல் துறையில் ஆராய்ச்சிகளில் பல வகைப்பட்ட நீரை உபயோகப்படுத்துகின்றனர்.

18 வகைகள் தானு? உண்மையில் தண்ணீரின் வகைகள் இன்னும் அதிக எண்ணிக்கையில் இருக்கலாம். செயற்கை முறையில் தயாரிக்கும் ஆக்ஸிஜன் ஐசோடோப்புகளும் உள்ளன: ஆக்ஸிஜன்-14, ஆக்ஸிஜன்-15, ஆக்ஸிஜன்-19, ஆக்ஸிஜன்-20. மேலும் அண்மையில் ஹைடிரஜன் ஐசோடோப்புகளின் எண்ணிக்கையும் அதிகரித்துள்ளது. அதாவது H^4, H^5 ஆகியவற்றைப் பற்றி நாம் இப்போது பேச முடியும்.

ஆகவே மனிதனுல் உண்டாக்கப்பட்ட ஹை டிரஜன், ஆக்ஸிஜன் ஐசோடோப்புகளையும் கணக்கில் சேர்த்துக் கொண்டால் தண்ணீரின் வகைகளின் எண்ணிக்கை 100க்கு மேல் அதிகரிக்கிறது. சரியான எண்ணிக்கையை நீங்களே சுலபமாக கணக்கிடுங்களேன்!

"உயிரின் அமுதல்"—உயிர் தரும் நீர்தான் உளதாக எங்கும்

நாட்டுப்புறக் கதைகளில் வருகிறதல்லவா, "ஜீவரசம்" ["water of life"] என்பதனைப் பற்றி? அது கோழையை தைரியசாலியாக்கும் தைரியசாலிகளின் பலத்தை நூறு மடங்காக்கி விடுமாம்.

தண்ணீருக்கு இத்தகைய மந்திர சக்திகள் இருப்பதாக மனிதன் நினைத்தது தற்செயலாக அல்ல. நாம் பூமியின் மேல் உயிருடன் வாழ்கிறோம், பசுமையான கழனிகளாலும், பூத்துக் குலுங்கும் சோலைகளாலும், வயல்களாலும் சூழப்பட்டிருக்கிருேம், கோடையில் விருப்பத்துடன் படகிலோ, அல்லது மழையில் சிறிய குட்டைகளை அளைந்து நடந்தோ செல்கிருேம், குளிர் காலத்தில் பனியில் சறுக்கி விளையாடுகிருேம்—என்னும் இவையெல்லாம் தண்ணீரிஞல் தானே நடைபெறுகின்றன. இன்னும் சரியாகக் கூறப்புகின், இவையெல்லாம் நீர் மூலக்கூறுகள் ஒன்றையொன்று சேர்த்திக் கூட்டங்களாகச் சேரும் தன்மையுடையனவாக இருப்பதால் தான் சாத்தியமாகின்றன. இதுவே நமது கோளில் உயிரினம் தோன்றி, வளர்ச்சியடைய இன்றியமையாத நியதிகளில் ஒன்று.



பூமியின் சரிதம் என்பது முதற்கண் நீரின் சரிதமாகும். அது தொடர்ச்சியாக மாறிக்கொண்டே வந்திருக்கிறது. பூமியின் முகமாகிற மேல் பாகத்தை இன்னமும் மாற்றிக் கொண்டேயிருக்கிறது.

தண்ணீர் உலகிலேயே மிகப் பெரிய வேதி இயல் அறிஞனாயிருக்கிறது. புதிய பாறையோ,

புதிய தாதுவோ உண்டாகுதல், மிகவும் சிக்கலான உயிர் வேதி [biochemical] வினை ஒரு செடியின் அல்லது பிராணியின் உடலுள் நடைபெறுதல்—எதுவாயினும் தண்ணீரின்றி இயற்கையில் நடைபெறுவதில்லை.

தண்ணீரின்றி வேதி இயல் அறிஞர்கள் தங்கள் ஆய்வகத்தில் ஒன்றுமே செய்ய முடியாது. பொருள்களின் தன்மைகளையும், மாறுதலடைவதையும், ஆராய்ந்தறிதலிலும் புதிய சேர்மங்களை உண்டாக்குவதிலும் ஈடுபடும் பொழுது ஏதோ சில சந்தர்ப்பங்களில் தான் தண்ணீரில்லாமல் சமாளிக்க முடியும். தண்ணீர் மிகச் சிறந்த கரைப்பான்[solvent]களில் ஒன்று. பெரும்பாலும் பொருள்கள் வினைபுரிவது கரைந்த நிலையில் தானல்லவா?

ஒரு பொருள் கரையும் போது அதற்கு என்ன நேரிடுகிறது? அதன் மேற்பரப்பில் உள்ள மூலக்கூறுகளுள் அல்லது அணுக்களுக்கு இடையே உள்ள விசை [force] நீரில் பொருளைப் போடும் போது பல நூறு மடங்கு பலவீனப்படுத்தப்படுகிறது. இதன் காரணமாக அவை மேற்பரப்பிலிருந்து கட்டவிழ்த்து கொண்டு தண்ணீருக்குள் சென்று விடுகின்றன. ஒரு கோப்பை தேநீரில் ஒரு சர்க்கரைக் கட்டி தனித்தனி மூலக்கூருகப் பிரிகிறது. சமையல் உப்பு, சோடியம், க்ளோரைடு என்று மின்னேற்றங்களுடைய துகள்களாக உடைகிறது. அதன் அபூர்வமான அமைப்பினுல் தண்ணீரின் மூலக்கூறுகள் நீரில் கரையும் பொருளின் அணுக்களையும் மூலக்கூறுகளையும் கவர்ந்திழுக்கும் தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த

விதத்தில் மற்றக் கரைப்பான்கள் தண்ணீரைவிட மட்டமானவையே.

தண்ணீரின் அழிக்கும் தன்மையை எதிர்த்து நிற்கும் ஆற்றலுடைய பாறையே பூமியில் கிடையாது. கருங்கல் கூடத் தப்புவதில்லை. மெதுவாக, ஆனால் நிச்சயமாகத் தோல்வியடைகிறது. தான் கரைக்கும் பொருள்களை நீர், கடற்கள், சமுத்திரங்களுக்குச் சுமந்து செல்கிறது. இதுவே பிரம்மாண்டமான கடல்களின் நீர் உவர்ப்பாக இருக்கக் காரணம். நூற்றுக்கணக்கான மிலியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் இவற்றின் நீர் உவர்ப்பின்றித்தானிருந்தது.

பனிக்கட்டியின் ரகசியங்கள்

சிறு பிள்ளைகள் பனிக்கட்டிகளை [icicles] வைத்து விளையாடுவதை மிகவும் விரும்புவர். அவை மிக்க அழகான, பளபளக்கும் பொருள்கள். நாம் அறியும் முன்னரே, சட்டென்று குழந்தை அதனைத் தன் வாயில் போட்டுக் கொண்டு விடும். அது என்ன அவ்வளவு ருசிமிக்கதா? குழந்தையிடமிருந்து அதனைப் பிடுங்க முயற்சித்தால், உங்களுக்கே தெரியும்.

இது பிள்ளைப் பிராயத்தின் அற்ப ஆசையா? இல்லை, அதைவிடப் பொருள் பொதிந்தது.

கீழ்க்கண்ட பரிசோதனை சிறிய கோழிக் குஞ்சுகளை வைத்துக்கொண்டு செய்யப்பட்டது. குஞ்சுகளின் ஒரு தொகுதிக்கு அருந்துவதற்குச் சாதாரண நீர் தரப்பட்டது. மற்றவை பனிக்

கட்டிகள் மிதக்கும், பனி உருகிய நீரையே குடிக்க அனுமதிக்கப்பட்டன.

இதைவிடச் சுலபமான சோதனை இருக்க முடியாது. ஆனால் விளைவுகள் மிகவும் வியப்பூட்டு வையாக இருந்தன. சாதாரண நீரைக் குடித்த குஞ்சுகள் எந்த வித ஆர்ப்பாட்டமுமின்றிக் குடித் தன. பனிக்கட்டி உருகிய நீர் வைக்கப்பட்ட பாத்திரமோ எப்போதும் ஒரு போர்க்களமாக இருந்தது. அத்தண்ணீர் ஏதோ ஒரு அபூர்வமான சுவை கொண்டதோ என எண்ணும் படிக் குஞ் சுகள் பேராசையுடன் குடித்தன.

ஒன்றரை மாதங்களுக்குப் பிறகு பரிசோ தனைக்குட்படுத்தப்பட்ட கோழிக் குஞ்சுகளை நிறுத்துப் பார்த்ததில் பனிக்கட்டி உருகிய நீரைக் குடித்த பறவைகள், சாதாரண நீரைக் குடித்து வந்த பறவைகளை விட எடை கூடுதலாக இருந்தன.

சுருங்கக் கூறின், பனி உருகிய நீருக்குச் சில அதிசயமான தன்மைகள் உண்டு. அது உயிர் வாழும் பிராணிகளுக்கு நன்மை பயப்பது அது ஏன்?

அத்தண்ணீரில் ட்யூடீரியம் அதிகமாக இருப் பதுதான் காரணம் என்று முதலில் தோன்றியது. குறைந்த அளவில் சாதாரண நீருடன் கலந்திருக் கும் கனத்த நீர் உயிர்ப்பிராணிகளின் வளர்ச் சியைத் தூண்டுகிறது. அதனால் இது ஓரளவுதான் உண்மை...

இப்போது உண்மையான காரணம் உருகு தல் என்ற வினை நிகழ்விலேயே அடங்கியுள்ளதாக நம்பப்படுகிறது.

பனிக்கட்டிக்கு படிக அமைப்பு உண்டு. ஆனால்

பொதுவாகச் சொன்னல் தண்ணீரும் ஒரு திரவ படிகம். அதன் மூலக்கூறுகள் அலங்கோலமாக ஒழுங்கற்று இருப்பதில்லை. ஒழுங்காக அமைந்த திறந்த கூடு போல இருக்கிறது. இந்தக் கூட்டின் அமைப்பு பனிக்கட்டியின் அமைப்பிலிருந்து மாறுபடுகிறது.

பனிக்கட்டி உருகும் போது திட நிலையில் அதன் அமைப்பு சிரவ நிலை வந்த பிறகும் கூட அதிக நேரத்துக்கு நீடித்திருக்கிறது. பனி உருகிய நீர் ஒரு திரவத்தின் வெளித்தோற்றம் கொண்டிருக்கிறது. ஆனல் அதில் உள்ள மூலக்கூறுகள் பனிக்கட்டியின் உள்ளமைப்பைக் கொண்டவை.

இது காரணமாக பனி உருகிய நீரின் வேதி வினை புரியும் தன்மையானது சாதாரண நீரினைவிட அதிகமாக இருக்கிறது. ஆகவே அது ஊக்கமாக உயிர் வேதி வினைகளில் ஈடுபடுகிறது. ஒரு உயிர்ப்பிராணியால் உட்கொள்ளப்படும் பொழுது, அது சாதாரண நிரைவிட எளிதாகப் பல பொருள்களுடன் வேதி வினை முறையில் இணைகிறது.

உயிர்ப்பிராணியின் உள்ளே நீரின் அமைப்பு, பனிக்கட்டியின் அமைப்பைப் பல விகிதங்களிலும் மிகவும் ஒத்திருக்கிறது. சாதாரண நீரை ஒரு பிராணி நீரணிக்கும் போது அதன் அமைப்பு மாற்றியமைக்கப்பட வேண்டும். பனி உருகிய நீரோ, சரியான அமைப்புக் கொண்டது. எனவே மூலக்கூறுகளை மாற்றிச் சரி செய்வதில் உபரியாகச் சக்தி எதுவும் செலவிட வேண்டியதில்லை.

பனி உருகிய நீரின் பங்கு உயிர் வாழ்க்கையில் மிக அதிகமானது.

ஒரு சிறிது மொழியியல்—அல்லது இரண்டு மிகவும் மாறுபட்ட பொருள்கள்

சொற்களின்றேல் மொழி என்பது இல்லை. எழுத்துக்களின்றிச் சொற்கள் இல்லை. நாம் ஒரு மொழியைக் கற்றுக் கொள்ள ஆரம்பிக்கும் போது, அதன் எழுத்துக்களை முதலில் கற்கிறோம். ஒவ்வொரு மொழியின் அகரவரிசையிலும் உயிர் எழுத்துக்கள், மெய்யெழுத்துக்கள் என்ற இரு வகை எழுத்துக்கள் உண்டு. இவற்றில் ஏதேனும் ஒரு வகையில்லாவிடினும், மனிதன் பேசும் மொழி துண்டுகளாகி விடும். ஒரு விஞ்ஞானக் கற்பனை நாவலில் வருகிற கதை இது — நாமறியாத ஒரு கிரகத்தில் வாழ்பவர்கள் ஒருவரோடொருவர் மெய்யெழுத்தொலிகளாலேயே பேசிக் கொள்ளுகின்றனராம். இரு சிறிதும் உண்மைக் கலப்பில்லாத கற்பனை அல்லவா?

இயற்கை நம்முடன் ரசாயனச் சேர்மங்களின் மொழியில் பேசுகிறது. இச்சேர்மங்களின் ஒவ்வொன்றும், பூமியில் காணப்படும் தனிமங்கள் அதாவது ரசாயன ''எழுத்துக்களின்'' ஒருவிச் சேர்க்கையாகும். அத்தகைய ''வார்த்தைகளின்'' எண்ணிக்கை 3 மில்லியன்களுக்கும் அதிகமாகும். ஆனால் ரசாயன ''அகரவரிசை''யில் 100க்கு சற்று அதிகமான ''எழுத்துக்களே'' உள்ளன.

இந்த ''அகரவரிசை''யில் ''உயிர் எழுத்துக்களும்'', ''மெய்யெழுத்துக்களும்'' உள்ளன. அவை அலோகங்கள், உலோகங்கள் தான். அலோகங்கள் உலோகங்களைவிட எண்ணிக்கையில் மிகக்

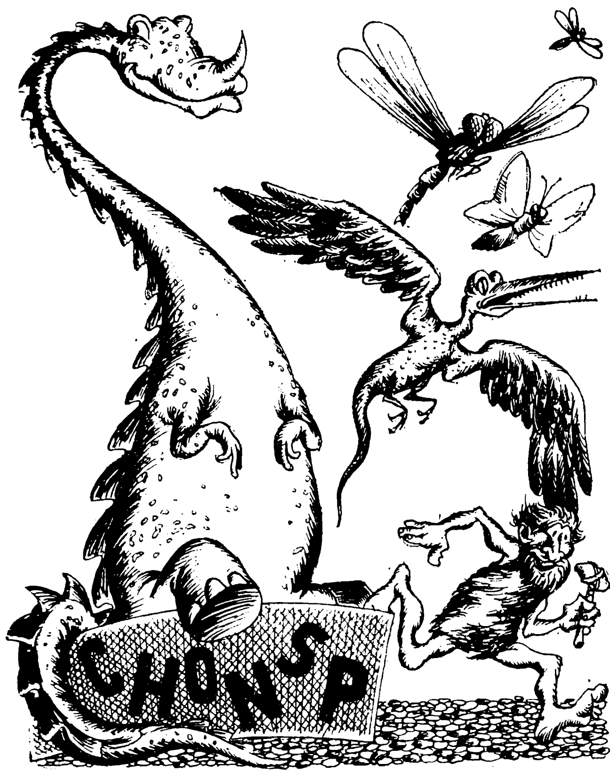
குறைந்தவை. அவைகளில் விகிதம் கூடைப் பந்தாட்டத்தில் வென்ற புள்ளிகளின் கணக்கீடு போல் இருக்கிறது—21:83... மனிதனின் பேச்சில் மெய்யெழுத்தின் ஒலிகளைவிட, உயிரெழுத்தில் ஒலிகள் குறைவாக இருப்பது போல் அலோகங்கள், உலோகங்களைவிடக் குறைவு.

உயிரெழுத்தின் ஒலிகளை மட்டும் இணைத்துப் பேசினால் ஒன்றும் புரியும்படியாக இராது. அது ஏதோ ஒரு பொருளற்ற ஊளை ஒலி போன்றிருக்கும்.

இரசாயன பரிபாஷையில் ''உயிர் எழுத்துக்களின்'', அதாவது அலோகங்களின் இணைதல் சாதாரண நிகழ்ச்சியாக இருக்கிறது. பூமியில் எல்லா உயிரும் வாழக்காரணம், அலோகங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்து ஏற்பட்ட சேர்மங்கள் தான்.

இதனாலேயே கரி (கார்பன்), நைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன், ஹைடிரஜன் ஆகிய நான்கு முக்கிய அலோகங்களை உயிரினிகள், அதாவது உயிர்ப்பிராணிகளை உண்டாக்கும் பொருள்கள் என்று விஞ்ஞானிகள் குறிப்பிடுகிறார்கள். ஃபாஸ்பரஸ், கந்தகம் இரண்டையும் சேர்த்துக் கொண்டால், புரதங்கள், ஹைடிரோகார்பன்கள், கொழுப்புகள், வைட்டமின்கள் முதலிய எல்லா முக்கியமான இரசாயனச் சேர்மங்களையும் நிர்மாணிக்கச் செங்கற்களைப் போல இயற்கை உபயோகிக்கும் பொருள்களின் பட்டியல் அநேகமாகப் பூர்த்தி ஆகிவிடுகிறது.

(வேதியியலின் ''அகரவரிசை''யிலுள்ள இரண்டு **''எழுத்துக்கள்''** போன்ற) இரு தனி



மங்களாகிய ஆக்ஸிஜனும் சிலிகனும் இணைந்து, வேதியியல் மொழியில் சிலிகன் டையாக்ஸைடு (SiO_2) என்று கூறுப்படும் பொருளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இப்பொருள் தான் பூமியின் உறுதியமைப்பிற்கு அடிப்படையானது. பாறைகளும் தாதுக்களும் தகர்ந்து விழாமல் பொருந்தி நிற்க வைக்கும் சிமெண்ட் போன்றது இது.

இரசாயன ''அகரவரிசை''யின் ''உயிர் எழுத்துக்களின்'' பட்டியலைப் பூர்த்தி செய்வது அதிகச் சிரமம் இல்லை. நாம் சேர்க்க வேண்டியவை, உப்பீனிகள் 0-தொகுதியின் அபூர்வ வாயுக்கள் (ஹீலியமும் அதன் சகோதரர்களும்). இது தவிர, அதிகம் பலருக்கும் தெரிந்திராத 3 தனிமங்கள், போரான், ஸெலீனியம், டெல்லூரியம் ஆகியவை.

எனினும் பூமியில் உள்ள எல்லா உயிர் வாழும் பிராணிகளும் அலோகங்களானவை என்று சொல்வதும் தவறு.

விஞ்ஞானிகள், மனித உடலில் 70க்கு மேற்பட்ட வெவ்வேறு தனிமங்கள் இருப்பதை அறிந்துள்ளனர். அவை எல்லா அலோகங்களும், இரும்பு முதல் யுரேனியம் உள்பட அணுக்கதிர் வீச்சுள்ள தனிமங்கள் வரை அநேக உலோகங்களுமாம்.

மனிதனின் பேச்சில் உயிரெழுத்துக்களைவிட மெய்யெழுத்துக்கள் அதிகமாக இருப்பதன் காரணம் மொழி ஆராய்ச்சியாளர்களிடையே நீண்ட காலமாகத் தர்க்கத்துக்குரிய விஷயமாகவே இருந்து வந்துள்ளது.

மூலக அட்டவணையிலும் ஏன் உலோகங்கள் அலோகங்கள் என்ற இரு வெவ்வேறு பிரிவுகள் இருக்கின்றன என்பதை அறிவதில் வேதியியல் அறிஞர்களும் ஈடுபட்டுள்ளனர். இந்தப் பிரிவுகளில் ஒவ்வொன்றிலும், ஒன்றோடொன்று பெரிதும் மாறுபட்டிருக்கும் பல தனிமங்கள் இருந்தபோதிலும் ஒரு பிரிவைச் சேர்ந்த தனிமங்களிடையே **ஒத்த** தன்மைகளும் உள்ளன.

“இரண்டு மிகவும் மாறுபட்ட பொருள்கள்” ஏன்?

ஒரு விதூஷகன் ஒரு சமயம், “மனிதனை மிருகங்களிலிருந்து வேறுபடுத்துபவை இரண்டு அடிப்படையான தன்மைகள். அவை: மனிதர்களுடைய ஹாஸ்ய உணர்ச்சியும் சரித்திர அனுபவமும் ஆகும்”, என்று கூறினும். தன்னுடைய துரதிர்ஷ்டத்தைக் கண்டு தானே நகைக்கக் கூடிய தன்மையும், ஒரு முறை தடுக்கி விழுந்து விட்டால், இரண்டாம் முறையும் அதே தவற்றினுள் அகப்படாத தன்மையும் மனிதனுக்கு உண்டு. நாம் இன்னொரு தன்மையையும் சேர்த்துக்கொள்ளலாம். அதாவது எதனையும் அறியும் வாயிலாக, “ஏன்” என்ற கேள்வியைக் கேட்டு அதற்கு விடை காணும் தன்மை.

நாம் இப்போது “ஏன்” என்ற இச்சிறு சொல்லைப் பயன் படுத்துவோமா?

உதாரணமாக, தனிமங்களின் பெரிய வீட்டில், அலோகங்கள், அதன் அடுக்குகளிலும் பகுதிகளிலும் சமமாக அமைக்கப்படாமல், ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் சேர்ந்து வைக்கப்பட்டிருப்பது ஏன்? அலோகங்கள் அலோகத்தன்மை கொண்டவை. உலோகங்கள் அவற்றினின்றும் மாறுபட்ட உலோகத் தன்மையுள்ளவை. அவற்றினிடையே வேறுபாட்டுக்கு என்ன காரணம்? ஒரு நல்ல கேள்வியுடன் தான் துவங்குகிறோம்! இரண்டு தனிமங்கள் வினை புரியும் போது அவற்றின் அணுக்களின் வெளி எலக்ட்ரான் கூடுகள் திருத்தியமைக்கப்படுகின்றன. ஒன்றின் அணுக்கள்

எலக்ட்ரான்களை அளிக்க, மற்றதன் அணுக்கள் அவைகளை ஏற்றுக் கொள்ளுகின்றன.

உலோகங்களுக்கும் அலோகங்களுக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடு இந்த மிக முக்கியமான இரசாயனச் சட்டத்தில் தானிருக்கிறது.

அலோகங்கள் இரண்டு எதிரான வினைகளைச் செய்ய முடியும். பொதுவாக, அவை எலக்ட்ரான்களைப் பெறுகின்றன. ஆனால் அவைகளுக்கு எலக்ட்ரான்களைக் கொடுத்து விடவும் முடியும். வளைந்து கொடுக்கும் தன்மையுள்ள அவற்றின் நடத்தை சூழ்நிலைக்கேற்றபடி மாற முடியும். அவை எலக்ட்ரான்களை ஏற்றுக் கொள்வது சாதகமாயிருந்தால், அலோகங்கள் எதிர் மின்னேற்றமுள்ள அயனி[ion]களாகத் தோன்றுகின்றன. இல்லாவிடில் நேர் அயனிகளாகின்றன. ஃப்ளூரினுக்கும் ஆக்ஸிஜனுக்கும் மட்டும்தான் இந்த சமரசத்தன்மை கிடையாது; அவை எலக்ட்ரான்களைப் பெற்றுக் கொள்ளுகின்றனவேயன்றி ஒரு போதும் கொடுப்பதில்லை.

உலோகங்கள் ஒரு சீரான பழக்கங்களுடையனவாக இருக்கின்றன. அவற்றின் கொள்கை எப்போதுமே, ''எலக்ட்ரான்களைக் கொடுப்பதேயன்றி, பெற்றுக்கொள்வதில்லை''. அவை நேர் மின் அயனிகளாகின்றன. உபரியாக எலக்ட்ரான்களைப் பெறுவது அவற்றின் தன்மையல்ல. உலோகங்களின் நடத்தையின் சட்டம் அத்துணை இறுகியது.

இதுவே உலோகங்களுக்கும் அலோகங்களுக்குமிடையே உள்ள அடிப்படையான வேறுபாடு.

எனினும், சிறு குறையையும் கண்டு விடும் வேதியியலறிஞர்கள் இந்த இறுகிய சட்டத்திற்குக் கூட விலக்குகளைக் கண்டிருக்கின்றன. உலோகங்களில் கூட நிச்சயமற்ற நடத்தையுள்ளவை உள்ளன. இரண்டே இரண்டு (இதுவரை!) உலோகங்கள் ''உலோகத் தன்மையற்ற'' [unmetallic] குணங்களைக் காட்டியிருக்கின்றன. மெண்டலீஃபின் அட்டவணையின் 85வது, 87வது பெட்டிகளிலிருக்கும் அஸ்டடைனும் ரீனியமும் எதிர் மின்னேற்றமுள்ள இணைதிறன் ஒன்று கொண்ட அயனிகளை உண்டாக்குவதாக அறிகிறோம். வியக்கத்தக்க உலோகங்களின் குடும்பத்தில் இது ஒரு கறுப்புப்புள்ளி போன்றது.

பொதுவாக நோக்குங்கால், எந்த அணுக்கள் தங்கள் எலக்ட்ரான்களை எளிதில் இழக்கின்றன? எவை அவற்றை ஆர்வத்துடன் ஏற்றுக்கொள்ளுகின்றன? தங்கள் வெளிக்கூட்டில் குறைந்த எலக்ட்ரான்கள் கொண்ட அணுக்கள் அவைகளை எளிதில் இழக்கின்றன. அநேக எலக்ட்ரான்கள் கொண்ட அணுக்கள், அவற்றைப் பெற்றுக்கொண்டு தங்கள் எலக்ட்ரான் கூட்டை நிரப்பிக் கொள்வதை லாபகரமெனக் காண்கின்றன. கார உலோகங்கள் தங்கள் வெளிப்புறங்களில் ஒரே ஒரு எலக்ட்ரானைக் கொண்டிருக்கின்றன. எலக்ட்ரானை இழப்பதைப்பற்றி அவை கவலைப்படுவதில்லை. அவ்வாறு நிகழ்ந்த பின் அவற்றின் வெளிக்கூடு மூலக அட்டவணையில் அவற்றுக்கு மிக அருகில் உள்ள மந்தவாயுவின் நிலை பெற்ற எலக்ட்ரான் கூடுபோலாகி விடுகிறது. அதனால் தான் கார உலோகங்கள் ரசாயன ரீதியில் நாம

றிந்த எல்லாத் தனிமங்களிலும் அதிக வினை வீரியம் உடையனவாக இருக்கின்றன. அவற்றில் மிகுந்த வீரியமுடையது ஃபிரான்ஸியம் (81வது பெட்டியில் உள்ளது). எந்த ஒரு தொகுதியிலும் கனம் அதிகமாக இருக்கும் தனிமத்தின் அணு பெரியதாக இருப்பதனுல், அதன் ஒரே வெளி எலக்ட்ரானின் மேல், அதன் மையக்கருவிற்கு உள்ள பிடிப்பு உறுதியற்றதாகிறது.

அலோகங்களின் நாட்டில் மிக்க வீர்ய முடையது ஃப்ளூரின். அதன் வெளிக் கோளத்தில் 7 எலக்ட்ரான்கள் வைத்திருக்கிறது. முழுமை பெற அதற்குத் தேவையானதெல்லாம் எட்டாவது எலக்ட்ரான் ஒன்று தான். ஆகவே மூலக அட்டவணையில் உள்ள வேறு எந்தத் தனிமத்தினிடமிருந்தும் அது ஒரு எலக்ட்ரானைப் பேராசையுடன் பிடுங்கிக் கொள்ளுகிறது. ஃப்ளூரினுடைய வெறித் தாக்குதலை எதனுலும் எதிர்க்க முடிவதில்லை.

மற்ற அலோகங்களும் எலக்ட்ரான்களைப் பெற்றுக் கொள்ளுகின்றன—சில மிக எளிதாகவும், வேறு சில சற்றுக் கடினத்துடனும் இவ்வாறு செய்கின்றன. இப்போது, அவை ஏன் முக்கியமாக மூலக அட்டவணையில் வலது பக்க மேல் மூலையிலே சேர்த்து வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்று நமக்குப் புரிகிறது. அவை தங்கள் வெளிப் பகுதியில் அதிக எலக்ட்ரான்களை வைத்திருக்கின்றன. வரிசை[period]களின் முடிவுகளிலுள்ள அணுக்களில் தான் இது சாத்தியமாகும்.

இன்னும் இரு கேள்விகள்

பூமியில் ஏன் நிறைய உலோகங்களும், குறைவான அலோகங்களும் இருக்கின்றன? ஏன் அலோகங்களைவிட உலோகங்கள் ஒன்றுக்கொன்று அதிக ஒத்த தன்மையுள்ளனவாக இருக்கின்றன? நிச்சயமாக, கந்தகத்தையும் ஃபாஸ்பரஸையுமோ அல்லது அயோடினையும் கார்பனையும் அவற்றின் தோற்றத்தைக் கொண்டு அறிந்து கொள்வதில் யாரும் குழப்பமடைய முடியாது. ஆனால் தேர்ந்த, பழகிய கண்கள் கூட நியோபியத்திலிருந்து டான்டலத்தையும், பொட்டாஷியத்திலிருந்து சோடியத்தையும், மாலிப்டினத்திலிருந்து டங்ஸ்டனையும் வேறுபடுத்தி அறிய முடியாது.

எண்களைக் கூட்டும் பொழுது, அவற்றின் இடமாற்றம் கூட்டுத்தொகையை மாற்றுவதில்லை அல்லவா? இது கணிதத்தின் மிக்கக் கண்டிப்பான சட்டங்களில் ஒன்று எனலாம். ஆனால் வேதியியலில், ஒரு அணுவின் எலக்ட்ரான் ஷெல் அமைப்பை பொருத்த வரை இந்த விதி எப்போதுமே அனுசரிக்கப்படுவதில்லை...

மூலக அட்டவணையில் இரண்டாவது, மூன்றாவது வரிசைத் தனிமைகளை பற்றிய வரை, ஒரு தொந்தரவும் இல்லை.

இந்த வரிசைகளின் ஒவ்வொரு தனிமத்திலும் புதிய எலக்ட்ரான், அணுவின் வெளி ஷெல்லுக்குச் செல்லுகிறது. ஒரு எலக்ட்ரானைச் சேர்த்தால் வரும் புதிய தனிமத்தின் குணங்கள் அதன் முந்தைய தனிமத்திலிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்டவையாக இருக்கின்றன. சிலிகன் அலுமினியத்

தை ஒத்ததாக இல்லை. கந்தகத்திற்கும் ஃபாஸ்பரஸுக்கும் பொதுவான எந்தத் தன்மையும் இல்லை. மேலும் அட்டவணையின் இவ்வரிசைகளில் உலோகத் தன்மைகள் எளிதில் அலோகத் தன்மைக்கு வழி விடுகின்றன. ஏனெனில், வெளி ஷெல்லில் எலக்ட்ரான் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும்பொழுது, அணுவுக்கு எளிதாக அவற்றை இழக்கும் தன்மையும் குறையும்.

ஆனால் நான்காவது வரிசைக்கு வருவோம். பொட்டாஷியமும் கால்சியமும் முதல் தரமான உலோகங்கள். அவை அவ்வரிசையில், சீக்கிரத்தில் அலோகங்களால் பின் தொடரப்படும் என்று நாம் எதிர்பார்க்கிறோம்.

அப்படியில்லை விஷயம்! நாம் ஏமாற்றமடைகிறோம். ஏனெனில் ஸ்காண்டியத்தில் தொடங்கி, சேர்க்கப்பட்ட ஒவ்வொரு எலக்ட்ரானும், வெளி ஷெல்லைவிட, அதற்கு அடுத்த (உள்) ஷெல்லையே விரும்புகிறது. இந்த இடமாற்றம் ''கூட்டுத் தொகை''யை, அதாவது தனிமங்களின் தன்மைகளாகிற கூட்டுத்தொகையை மாற்றி விடுகிறது.

கடைசியிலிருந்து இரண்டாவது ஷெல் வெளி ஷெல்லை விட தாராளத்தன்மை குறைந்தது போலும். ஆகவே அது தனிமங்களின் வேதித் தன்மைகளை மிகவும் குறைவாகவே பாதிக்கிறது. எனவே தனிமங்களுக்கிடையே வேற்றுமை அதிகமாக இல்லை.

ஸ்காண்டியம் அதன் மூன்றாவது எலக்ட்ரான் ஷெல் பூர்த்தியாகவில்லை என்பதை நினைவு கொள்ளுகிறது போலும். அதில் 18 எலக்ட்ரான்கள் இருக்க வேண்டும். ஆனால் இதுவரை 10 தான்

உள்ளன. பொட்டாஷியமும் கால்சியமும் இது —ற்றி மறந்து போய்ப் புதிதாகச் சேர்க்கப்பட்ட ந்ங்கள் எலக்ட்ரான்களை நான்காவது ஷெல்லில் அமைத்திருக்க வேண்டும். ஸ்காண்டியத்தில் —யம் மீண்டும் நிலை நிறுத்தப்படுகிறது.

கடைசியிலிருந்து இரண்டாவது ஷெல்லானது தொடர்நது வரும் பத்துத் தனிமங்களில் மெதுவாகப் பூர்த்தி செய்யப்படுகிறது. வெளி ஷெல் இரண்டு எலக்ட்ரான்களுடன் மாறுதலின்றி இருந்து விடுகிறது. இவ்வாறு வெளி ஷெல்லில் குறைந்த எண்ணுள்ள எலக்ட்ரான்கள் இருப்பது உலோகங்களுக்கு ஒரு தனிச் சிறப்பான தன்மையாகும். அதனுல் தான் ஸ்காண்டியம்-துத்தநாகம் வரிசையில் உலோகங்கள் மட்டுமே இருக்கின்றன. சேர்மங்களைத் தோற்றுவிக்கும் போது, இரண்டே எலக்ட்ரான்களிருக்கும் வெளி ஷெல்லில் எலக்ட்ரான்களை ஏன் அவை பெற்றுக் கொள்ள வேண்டும்? அவை எந்தத் தனிமங்களுடன் சேர்கின்றனவோ, அவற்றுக்கு இந்த இரண்டு எலக்ட்ரான்களைக் கொடுத்து விடுவது மிக எளிதாயிற்றே. தவிற, தங்கள் கடைசியிலிருந்து இரண்டாவது பூர்த்தியாகாத ஷெல்லிலிருந்து மேலும் சில எலக்ட்ரான்களைக் கடனுகப் பெறுவதனை இவை ஆட்சேபிப்பதில்லை. இதன் விளைவாக, இவை பலவிதமான நேர் இணைதிறன்களைக் காட்டுகின்றன. உதாரணமாக, மாங்கனிஸ் இரண்டு, மூன்று, நான்கு, ஆறு, ஏழு நேர் இணைதிறன் கொண்டதாக இருக்கலாம்.

அட்டவணையில் அடுத்து வரும் வரிசைகளில் இம்மாதிரி உதாரணங்களைக் காணலாம்.

உலோகங்கள் அதிகமாக இருப்பதற்கும், அலோகங்களைவிட அவை தங்களுக்குள் ஒத்த தன்மையுடையவையாக இருப்பதற்கும் காரணம் இதுவே.

முரண்பாடுகள்

எவரேனும் 6 இணைதிறன் கொண்ட ஆக்ஸிஜனையும், 7 இணைதிறனுடைய ஃப்ளூரினையும் பற்றிக் கேள்விப்பட்டதுண்டா? இல்லை, எவரும் கேட்டதில்லை.

எதிர்காலத்தைப் பற்றி நாம் நம்பிக்கை இழந்தவர்கள் அல்ல என்றாலும், வேதி இயல் அத்தகைய ஆக்ஸிஜன், ஃப்ளூரின் அயனிகளைப் பற்றி ஒரு காலும் அறியாது என்று நாம் தீர்மானமாகக் கூற முடியும்.

நிலையான எட்டு எலக்ட்ரான் ஷெல்லை அமைத்துக் கொள்வதற்குத் தேவையானதெல்லாம் இரண்டு அல்லது ஒரு எலக்ட்ரானைப் பெற வேண்டியது தானே. ஆகவே இத்தனிமங்கள் ஏன் இத்துணை அதிக எலக்ட்ரான்களை இழக்க வேண்டிய அவசியமே இல்லை. ஆகவே தான் ஆக்ஸிஜன் நேர் இணைதிறனைக் காட்டும் சேர்மங்கள் வெகு சிலவே. உதாரணமாக, F_2O என்ற வாய்ப்பாடு கொண்ட ஆக்ஸைடு தயாரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதில் ஆக்ஸிஜன் நேர் இணைதறன் 2 கொண்டது. ஆனால் வேதியியலைப் பொருத்த வரை இது அசாதாரணமானது. நேர் இணைதிறனுள்ள ஃப்ளூரினின் சேர்மங்களும் மிகவும் அபூர்வமே.

மூலக அட்டவணை என்னும் பெரிய வீட்டுச் சட்டங்களின் ஷரத்துக்களில் ஒன்று, ''ஒரு தனிமத்தின் அதிகபட்ச நேர் இணை திறன், அது அமைந்துள்ள தொகுதியின் எண்ணுக்கு சமமாக இருக்க வேண்டும்'' என்று கூறுகிறது.

ஆக்ஸிஜனும் ஃப்ளூரினும் இச்சட்டத்தை மீறினும், அவை ஆருவது, ஏழாவது தொகுதிகளில் நிரந்தரமாகப் பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளன. மற்ற எல்லா விதங்களிலும், ஆக்ஸிஜன், ஃப்ளூரின் இவற்றின் வேதிவினைப் போக்கு, மற்ற அடுக்குகளில் வாழும் அவற்றின் கனம் வாய்ந்த ''அயலார்''களின் வாழ்க்கை முறையிலிருந்து வேறுபடாதிருப்பதால், அவற்றின் இடத்திலிருந்து யாரும் அவற்றை நமர்த்த எண்ணியதில்லை.

எனினும் இது ஒரு பொருந்தாத் தன்மை தான். வேதியியல் விஞ்ஞானிகள் இதனை நன்கு அறிவார்கள். ஆனுல் இது மெண்டலீஃபின் அட்டவணையின் கட்டமைப்புக்கு, எவ்வித ஊறும் விளைவிப்பதில்லையாதலால் அவர்கள் இதனைப் பொருட்படுத்துவதில்லை.

இன்னும் இதைவிடப் பெரிய முரண்பாடு ஒன்று உண்டு.

மத்திய காலத்தில் [the Middle Ages] சுரங்க வேலைக்காரர்கள் சில சமயங்களில் இருப்புத் தாதுவை நிகர்த்த புதிய தாதுக்களைக் கண்டதுண்டு. ஆனுல் அவற்றிலிருந்து இரும்பைப் பிரித்து எடுக்க முடியவில்லை. அவர்கள் தங்கள் தோல்விக்குக் காரணம் சில கெடுதல் விளைவிக்கும் ஆவி உருவங்களின் குறும்புதான் என்று எண்ணினர். இந்தத் துஷ்ட ஆவிகளை ஜெர்மன்

மொழியில் கோபோல்டுகள் என்றும் கிழப்பேய் கேலிக்கார நிக் என்றும் குறிப்பிட்டனர்.

பின்னர்தான் கெட்ட பிசாசுகளுக்கும், இதற்கும் எந்தத் தொடர்பும் கிடையாது என்பது தெளிவாயிற்று. அந்தத் தாதுக்களில் இரும்பு இல்லை. ஆனால் அதனையொத்த வேறு இரு உலோகங்கள் இருந்தன. பழைய பிசாசுகளை நினைவு கூறும் வகையில் அவை 'கோபால்ட்' என்றும் 'நிக்கல்' என்றும் அழைக்கப்பட்டன.

மேலும் அதே மத்திய காலத்தில் ஸ்பானிய வெற்றிவீரர்கள், தென் அமெரிக்காவில், ப்ளாடினோ டெல் பினோ என்ற ஆற்றின் கரைகளில் புதிய உலோகப் பொருளொன்றைக் கண்டனர். இந்தப் புகிய, பளப்பளப்பான, பளத்த உலோகம் எந்த அமிலத்திலும் கரையவில்லை. ப்ளாடினம் என இதற்குப் பெயரிடப்பட்டது. மூன்று நூற்றாண்டுகளுக்குப் பின்னர், ப்ளாடினம் எப்



போதும் ஐந்து ''தோழர்களு''டனே காணப் படுகிறதென்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. அவை ருதினியம், ரோடியம், பல்லேடியம், ஆஸ்மியம், இரிடியம் என்பவை. இந்த ஆறு அபூர்வ உலோகங்களை ஒன்றுக்கொன்று வேறுபடுத்தி அறிதல் கடினம். எளிதில் பிரிக்க முடியாத இக்குழு பிளாடினம் குடும்பம் எனப்பட்டது.

மூலக அட்டவணை என்னும் பெரிய வீட்டில் அவற்றை அமைக்க வேண்டிய கலாம் வந்தது...

ஆஹா! இப்போது நீங்கள், இது எவ்வளவு சிக்கலானது என்பதையும் விஞ்ஞானிகள் ஒவ்வொன்ருக எல்லாக் கஷ்டங்களையும் எவ்வாறு சமாளித்தனர் என்பதையும் பற்றிய சுவையான கதையைக் கேட்கத் தயார் தானே!

ஆனல் பாருங்கள்... சொல்ல வருத்தமாக இருக்கிறது. விஷயம் மிகவும் எளிதாத நடந்து விட்டது. என்ன செய்வது. நீங்கள், பாவம், ஏமாந்து விட்டீர்கள்!

கட்டமைப்பில் புதுமை

ஒரு கட்டிடத்தில் ஒரே ஒரு பகுதியைத் தவிர, மற்ற எல்லாப் பகுதிகளும் ஒரே மாதிரியான திட்ட அமைப்புடன் கட்டப்பட்டு, அந்த ஒரு பகுதி மட்டும வேறு கட்டிடக் கலைஞரால் கட்டப்பட்டது போல் முழுவதுமாக மாறுபட்டிருக்கும் ஒரு வீட்டை நீங்கள் எப்போதேனும் கண்டதுண்டா?

அத்தகைய வாய்ப்பு கிடைத்திராது.

இந்தப் பெரிய வீடு அத்தகைய விநோத மான அமைப்புத் தான். மெண்டலீஃப் அதன் ஒரு பகுதியைத் தனித்தன்மையுள்ளதாகத் தான் அமைத்துள்ளார். அவர் அவ்வாறு செய்ய வேண்டி யிருந்தது எனலாம்.

மூலக அட்டவணையின் எட்டாவது தொகு தியைத் தான் குறிப்பிடுகிறோம். அதிலுள்ள தனி மங்கள் மூன்று மூன்றாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும், அவை ஒவ்வொரு அடுக்கிலும் இல்லை, அட்டவணையின் நீளமான வரிசைகளில் தான் உள்ளன. இரும்பு, கோபால்ட், நிக்கல், இம் மூன்றும் ஒரு வரிசையிலும், பிளாடினம் குடும்ப உலோகங்கள் மற்ற இரண்டிலும் உள்ளன. மெண்ட லீஃப் இவற்றுக்கு இதைவிடப் பொருத்தமான இடங்களைக் கண்டு பிடிக்க மிகவும் முயன்றார். ஆனால் கடைசியில் அவர் மூலக அட்டவணைக்கு எட்டாவது தொகுதி ஒன்றைச் சேர்க்கும்படி ஆயிற்று.

எட்டாவது என்பது ஏன்? ஏனெனில் அதற்கு முந்திய கடைசி தொகுதி உப்பீனிகளைக் கொண்ட ஏழாவதாகும். அப்படியானால் தொகுதி எண் என்பது வெறும் சம்பிரதாயம் தானே!

எட்டாவது தொகுதியில் 8 இணைதிறன் என்பது மிக மிக அபூர்வமான விதி விலக்கேயன்றி வழக்கமானதல்ல. ருதீனியமும் ஆஸ்மியமும் தான் சட்டத்துக்குட்பட முயல்கின்றன. அவற்றுக்கும் அது கடினமே. ஏனெனில் அவற்றின் ஆக்ஸைடு கள் RuO_4, OsO_4 ஆகியவை நிலைத்தன்மையற்றவை.

மற்ற உலோகங்களில் எதுவுமே இணைதிற னைப் பற்றிய வரையில், விஞ்ஞானிகள் எத்துணை

நான் உதவி முயன்றும், இவ்வளவு உன்னத மடைந்ததில்லை.

நாம் இப்புதிரை விடுவிக்க முயற்சி செய்வோமா?

ப்ளாடின உலோகங்கள் பொதுவான இரசாயன வினைகளில் ஈடுபட விடும்புவதில்லை என்று சொன்க. அதனால் தான் விஞ்ஞானிகள் தங்கள் பரிசோதனைகளுக்குப் ப்ளாடினப் பாத்திரங்களை அடிக்கடி உபயோகிக்கின்றனர். ப்ளாடினமும் அதன் தோழர்களும் உலோகங்களுக்குள் அபூர்வமானவை, வாயுக்களில் அபூர்வ வாயுக்கள் போல. எனவே தான் அவை பல காலமாக ''உயர்ந்தவை'' என்று அழைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அவை இயற்கையில் சேர்மங்களில் இணையாத நிலையில், சுய உருவிலேயே இருக்கின்றன.

இப்போது மற்றொரு உதாரணத்துக்கு, இரும்பை எடுத்துக்கொள்வோம். சாதாரண இரும்பு இரசாயன ரீதியில் சுமாரான வீரியமுள்ளதாக இருக்கிறது. சுத்தமான இரும்பு மிகவும் ஸ்திரமானது.

(நிற்க, இதில் சிந்திக்க வேண்டியதொன்று உண்டு. உலோகங்கள் மட்டுமன்றித், தனிமங்களில் பெரும் பாலானவை, அதிகத் தூய்மையான நிலையில் இருக்கும் பொழுது, எளிதாக உறவினைத் தூண்டுதல்களுக்கு ஆட்படுவதில்லை).

ப்ளாடின உலோகங்களின் அணுக்களில் கடைசியிலிருந்து இரண்டாவது எலக்ட்ரான் ஷெல் தான் அவைகளின் ''உயர்ந்த தன்மை''க்குக் காரணமாக இருக்கிறது.

இந்த ஷெல்லுக்கு ஒரு பர்த்தியான 18

எலக்ட்ரான்கள் கொண்ட குழு ஆவதற்கு, எலக்ட்ரான்கள் மிகச் சிலவே தேவை*. 18 எலக்ட்ரான் ஷெல்லும் ஸ்திரமான அமைப்பைக் கொண்டதேயாகும். எனவே தான் ப்ளாடின உலோகங்கள் இந்த ஷெல்லிலிருந்து எலக்ட்ரான்களை இழக்க விரும்புவதில்லை. என்ன இருந்தாலும் அவை உலோகங்களானபடியால் எலக்ட்ரான்களைப் பெறவும் முடியாது.

ப்ளாடின உலோகங்களின் இந்தத் தீர்மான மற்ற தன்மையானது அவற்றின் விநோத நடத்தைக்குக் காரணம்.

இன்னும், எட்டாவது தொகுதி மெண்டலீஃபின் அட்டவணையில் தர்க்க ரீதியாகச் சரியானபடிப் பொருந்தவில்லை. இந்தப் பொருந்தாத் தன்மையை நீக்குவதற்காக விஞ்ஞானிகள் எட்டாவது தொகுதியையும் 0-தொகுதியையும் ஒன்றாக இணைக்கும்படிக் கூறுகிறார்கள்.

இப்படிச் செய்வது சரியானதா என்பதை எதிர்காலமே காட்டும்.

பதினான்கு இரட்டையர்கள்

லாந்தனைடுகள் என்று சில தனிமங்கள் உள்ளன. இவற்றுக்கு இப்பெயர் வரக் காரணம் இவை யாவும் (மொத்தம்—14) லாந்தனத்தை

* பல்லேடியத்தில் உண்மையில் N-ஷெல்லில் பூர்த்தியான 18 எலக்ட்ரான்கள் இருக்கின்றன. வெளி O-ஷெல்லில் எலக்ட்ரான்களே இல்லை. —மொ-ர்.

ஒத்திருக்கின்றன. அதாவது பல தண்ணீர்த் துளிகளைப் போல இவை தங்களுக்குள்ளும், லாந்தனத்தையும் மிகவும் ஒத்திருக்கின்றன. இந்த அதிசயிக்கத் தக்க இரசாயன ஒற்றுமையினால் இவை யாவும் அட்டவணையில் 57வது பெட்டியில் லாந்தனத்துடன் ஒன்றாக வைக்கப்பட்டுள்ளன.

இது மிக மோசமான கருத்துப் பிழை அல்லவா? மெண்டலீஃபும், இன்னும் அநேக விஞ்ஞானிகளும் ஒவ்வொரு தனிமத்துக்கும் மூலக அட்டவணையில் ஒரு குறிப்பிட்ட தனித்த இடம் உண்டு, எனத் தீர்மானித்தார்கள்.

ஆனால் இங்கு மூன்றாவது தொகுதியையும், ஆறாவது வரிசையையும் சேர்ந்த 14 தனிமங்களும் ஒரே பெட்டியில் கூட்டமாக வைக்கப்பட்டுள்ளன.

ஏன் அவைகளை மற்ற தொகுதிகளுள் பிரித்து வைக்க முயற்சி செய்யக் கூடாது?

மெண்டலீஃப் உள்ளிட்ட அநேக வேதி இயலறிஞர்கள் இவ்வாறு முயன்று பார்த்தனர். அவர்கள் சீரியத்தை நான்காவது தொகுதியிலும், ப்ரஸியோடிமியத்தை ஐந்தாவதிலும், நியோடிமியத்தை ஆறாவதிலும், இம்மாதிரியே ஏனையவற்றையும் வைத்தனர். ஆனால் இத்தகைய பங்கீடு தர்க்க ரீதியானதாக இல்லை. மெண்டலீஃப் அட்டவணையின் தொகுதிகள், உபதொகுதிகள் ஒவ்வொன்றும் ஒத்த தனிமங்களைக் கொண்டிருக்கின்றன. ஆனால் சீரியத்திற்கும் ஜெர்கோனியத்துக்கும் பொதுவான தன்மைகள் மிகக் குறைவே. ப்ரஸியோடிமியமும் நியோடிமியமும், நியோடியத்திற்கும் மாலிப்டினத்திற்கும் முற்றிலும்

அன்னியமானவை. இதே போல் மற்ற அபூர்வ மண் தனிமங்களுக்கும் (லாந்தனத்திற்கும் லாந்தனேடுகளுக்கும் rare-earths—அபூர்வ மண் தனிமங்கள் என்று பெயர்), அதே தொகுதியிலுள்ள ஏனைய தனிமங்களுக்கும் உறவு முறை காணுதல் இயலாது. மாருக, லாந்தனேடுகள் தங்களுக்குள் ஒன்றையொன்று சமகாலப் பிறவிச் சகோதரர்கள் போல் ஒத்திருக்கின்றனர்.

லாந்தனேடுகளை அட்டவணையின் எந்தப் பெட்டிகளில் வைக்கலாமென்று வேதியியலறிஞர்களைக் கேட்டபொழுது, என்ன கூறுவதென்றறியாமல் அவர்கள் தோள்களை அசைத்து மயங்கினர். லாந்தனேடுகளுக்குள் காணப்படும் அதிசயிக்கத்தக்க ஒற்றுமைக்குக் காரணம் தெரியாமல் இருக்கையில் அவர்கள் என்னதான் கூற முடியும்?

ஆனல் விளக்கம் மிகவும் சாதாரணமானதென்று தெரிய வந்தது.

மூலக அட்டவணையில் மிகவும் அசாதாரணமான அமைப்பை உடைய அணுக்களைக் கொண்ட விநோதமான தனிமத் தொகுதிகள் இருக்கின்றன. இந்த அணுக்களின் தோற்ற அமைப்பை உண்டாக்குவதற்குச் சேர்க்கப்பட்ட கடைசி எலக்ட்ரான் இவற்றின் வெளி ஷெல்களிலோ, அல்லது அதற்கு அடுத்த ஷெல்களிலோ பொருந்துவதில்லை. நேரே ஊடுருவிக் கடைசியிலிருந்து மூன்ருவது ஷெல்லுக்குச் சென்று விடுகின்றது. இதுவும் கண்டிப்பான பௌதிக விதிகளின் படி நடப்பது தான்.

அந்த இடத்தில் அவை வசதியாகப் பொருந்தி விடுகின்றன. எக்காரணத்தை முன்னிட்டும் தங்கள் இடங்களை விட்டுச் செல்ல எண்ணுவ

...லை. வேதி வினைகளில் மிக அபூர்வமாகத் தான் ...டுக்கின்றன.

லாந்தனைடுகள் எல்லாவற்றிலும் வெளி ஷெல் ...ல் மூன்று எலக்ட்ரான்கள் இருப்பதால், அவை ...துவாக இணைதிறன் மூன்று கொண்டவை ...க இருக்கின்றன.

லாந்தனைடுகள் எண்ணிக்கையில் 14 ஆக ...ருப்பதும் தற்செயலாக நேர்ந்ததல்ல. அவை ...டைய அணுக்களில் கடைசியிலிருந்து மூன்று ...து ஷெல்லில் சரியாக 14 காலி இடங்கள் மட் ...மே இருப்பதால் தான் இவ்வாறு நேர்ந்தது.

உலோகங்களின் உலகமும் அதன் தோற்ற முரண்பாடுகளும்

மூலக அட்டவணையில் 80க்கு மேற்பட்ட ...னிமங்கள் உலோகங்கள். பொதுவாக, அவை ...லோகங்களை விட ஒன்றையொன்று ஒத்திருக் ...கின்றன. ஆனாலும் உலோகங்களின் இராச்சியத் ...தில் காணப்படும் அதிசயங்களுக்கு முடிவில்லை.

உதாரணமாக, பல்வேறு உலோகங்கள் என்ன ...றம் கொண்டவை?

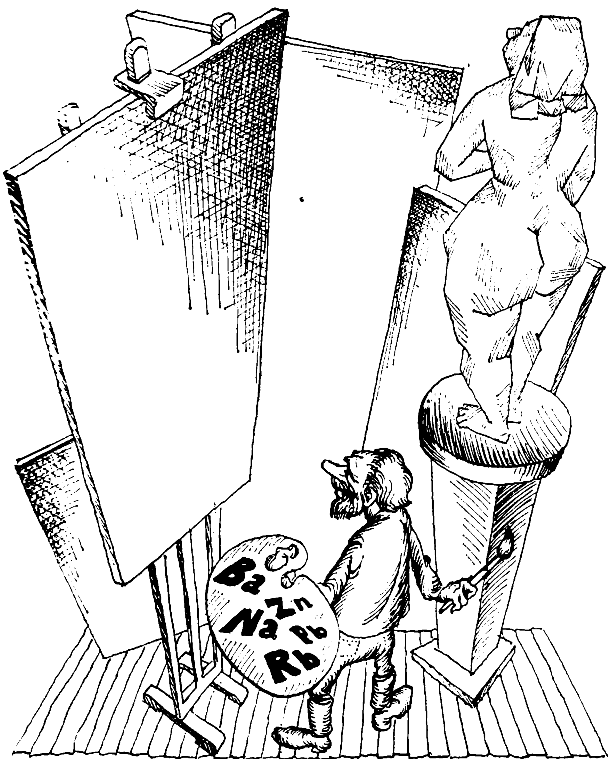
உலோக நிபுணர்கள் எல்லா உலோகங்களை ...ம், ஃபெர்ரஸ் [ferrous], ஃபெர்ரஸல்லாத ...nonferrous] உலோகங்கள் என்று பிரித்துள்ள ...ர். ஃபெர்ரஸ் உலோகங்களில் இரும்பும் அதன் ...லப்பு உலோகங்களும் உள்ளன. உயர் உலோ ...கங்களாகிய மேன்மை தங்கிய வெள்ளி, தங்கம், ...ளாடினம், மற்றும் ப்ளாடின உலோகங்கள்

ஆகியவற்றைத் தவிர, ஏனைய யாவும் ஃபெர்ர ஸல்லாத உலோகங்கள் எனப்படும்.

இவ்வாறு பிரித்தல் மிகவும் செம்மையான தல்ல. சரியானபடி தராதரம் காட்டாத, இம் முறையை உலோகங்களே ஆட்சேபிக்கின்றன.

ஒவ்வொரு உலோகத்திற்கும் அதற்கென்று தனியான நிறம் உண்டு. அதன் கரிய, மங்க லான அல்லது பளபளக்கும் அடிப்பாகத்திற்குக் குறிப்பிட்ட உண்ணம் உள்ளது. உலோகங்களை மிகவும் சுத்தமான நிலையில் ஊன்றிக் கவனித்து விஞ்ஞானிகள் இதைப் புரிந்து கொண்டிருக்கின் றனர். அநேக உலோகங்கள் காற்றில் வைக்கப் பட்டிருந்தால் விரைவிலோ, மெதுவாகவோ அவற் றின் உண்மையான நிறத்தை மறைக்கும் மெல் லிய ஆக்ஸைடு படலத்தால் மூடப்பட்டு விடுகின் றன. ஆனல் சுத்தமான உலோகங்கள் பல வகை யான நிறங்களைக் காட்டுகின்றன. ஊன்றிப் பார்க் கும் கண்கள், நீலம், பச்சை கலந்த நீலம், பச்சை, சிவப்பு அல்லது மஞ்சள் கலந்த நிறங்கள், இலை யுதில் பருவத்தின் முகில் கவிந்த பகல் வேளையில் கடல் நீரின், கண்ணுடி போன்று பிரதிபலிக்கும் வெள்ளிப் பளபளப்பு ஆகிய பல வகைகளைக் காணலாம்.

ஒரு உலோகத்தின் நிறம் பல காரணங் களைப் பொருத்தது. அவைகளுள் அது தயா ரிக்கப்பட்ட முறையும் ஒன்று. சற்று உருகிக் கட்டியாக்கும் [sintering] முறையில் கிடைத்த உலோகத்தின் தோற்றம், அச்சில் [ingot] வளர்க்கப் பட்ட அதே உலோகத்தின் தோற்றத்திலிருந்து மாறுபட்டதாயிருக்கிறது.



நாம் உலோகங்களை எடையைக் கொண்டு ஒப்பிட்டால், இலேசான, பளுவான அல்லது இரண்டிற்கும் இடைப்பட்ட உலோகங்களை வேறுபடுத்தி அறியலாம்.

இந்தப் ''பாரவகைகளின்'' ஒவ்வொன்றிலும் மாபெரும் சாதனையாளர்கள் உண்டு.

லிதியம், பொட்டாஷியம், சோடியம் ஆகியவை தண்ணீரை விட இலேசானவையாதலால் அதில் மூழ்குவதில்லை. உதாரணமாக, லிதியத்தின் ஒப்படர்த்தி தண்ணீரின் ஒப்படர்த்தியில் பாதி, நீரின் ஒப்படர்த்தி—1. லிதியம் மட்டும் இவ்வளவு வீரியமுள்ள தனிமமாக இல்லாவிடில் பல தரப்பட்ட காரியங்களுக்கு அது மிகச் சிறந்து பயன்படும் பொருளாயிருந்திருக்கும். லிதியத்தினுலேயே முழுவதும் செய்யப்பட்ட ஒரு கப்பலையோ, பேருந்து வண்டியையோ கற்பனை செய்து கொள்ளுங்கள். துரதிருஷ்டவசமாக வேதியியல் இந்த மனங்கவர் கற்பனையை அனுமதிப்பதில்லை.

உலோகங்களுக்குள் ''அதிக எடை வீரன்'' ஆஸ்மியம். இதில் ஒரு கன சென்டிமீட்டர் 22.6 கிராம் உடை உள்ளது. ஒரு கன செ.மீ. பரிமானமுள்ள ஆஸ்மியத்திற்குச் சமமாக நிறுக்கத் தராசின் மறு தட்டில் 3 கன சதுரத் தாமிரம், 2 கன சதுரக் காரீயம், அல்லது 4 கன சதுர இட்ரியம் வைக்க வேண்டும். ஆஸ்மியத்தின் மிக அண்டை வீட்டினர் ஆகிய ப்ளாடினம், இரிடியம் ஆகியவற்றின் கனமும் அதிகமே. உயர்ந்த உலோகங்கள் மிகக் கனமானவையாகவும் இருக்கின்றன.

உலோகங்களின் கடினத் தன்மைக்குப் பழமொழிகள் கூட உள்ளன. ஒரு மனிதன் எப்போதும் கொதிப்படையாமல் அமைதியாயிருந்தால் அவனை ''இரும்பு நரம்புகள்'' கொண்டவனென்று சொல்லுகிறோம். ஆனுல் உலோகங்களின் உலகில் நிலைமையே வேறு.

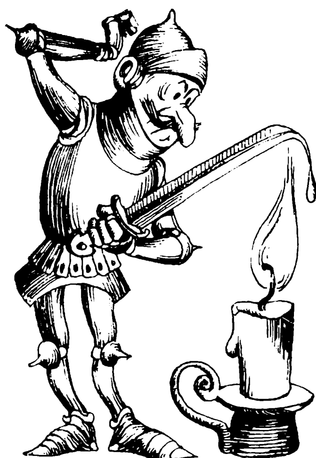
இங்கு இரும்பு கடினத் தன்மைக்கு எடுத்துக்

காட்டானதல்ல. கடினத் தன்மையில் வெற்றி வீரன் க்ரோமியம் (இது வைரத்துக்கு அடுத்த படி கடினமானதாகும்). அது ஒருபுறமிருக்க, முரண்பாடு போலத் தோன்றினலும், மிகக் மிகக் கடினமான தனிமங்கள் உலோகங்களே அல்ல. தொன்று தொட்டு, கடினத் தன்மைக்கு ஏற்பட்ட அளவு கோலில் முதலில் இருப்பவை வைரமும் (கரியின் ஒரு உருவம்) படிகப் போரானும். இரும்பு ஒரு மென்மையான உலோகமென்றே வகைப்படுத்த வேண்டும்; அது க்ரோமியத்தில் பாதி அளவு தான் கடினமானது. மிகவும் மனமற்ற தனிமங்களான கார உலோகங்கள் மெழுகு போன்று அத்துணை மென்மையானவை.

திரவ உலோகங்களும் வாயுநிலை(?) உலோகமும்

எல்லா உலோகங்களும், கடினமான அல்லது மெதுவான திடப் பொருள்கள். இது தான் பொதுச் சட்டம். ஆனல் விலக்குகள் உள்ளன.

சில உலோகங்கள் திரவங்கள் போல் இருக்கின்றன. கால்லியம் அல்லது சீஸியத்தின் ஒரு துணுக்கு நம் உள்ளங்கையிலேயே உருகி விடுகிறது. ஏனெனில் இவைகளின் உருகு நிலை 30°C (85°F)க்குச் சற்றுக் குறைவு. இதுவரை சுத்தமான நிலையிலே தயாரிக்கப்படாத ஃப்ரான்ஸியம் என்னும் உலோகம், நாம் இருக்கும் அறையின் உஷ்ண நிலையிலேயே உருகி விடும். பாதரசம் யாவரும் அறிந்த திரவ உலோகமாகும். அது —39°C (—38.2°F)யில் உறைவதால் பல வகை உஷ்ணமானிகளில் பயன்படத் தகுதி பெறுகிறது.



பாதரசத்தினுடன் முக்கியமாக இந்த வகையில் போட்டியிடக் கூடியது காலியம். பாதரசம் 300°C(572°F)க்கு அருகாமையிலுள்ள வெப்ப நிலையில் கொதிக்கிறது. எனவே, உயர்ந்த உஷ்ண நிலைகளை அளக்கப் பாதரச உஷ்ணமானிகளைப் பயன்படுத்த முடியாது. ஆனால் காலியம் கொதித்து ஆவியாவதற்கு 2000°C(3670°F)க்கு உஷ்ண நிலை உயர வேண்டும். மற்ற எந்த உலோகமும் இத்துணை விரிந்த எல்லைகளுடன் திரவ நிலையிலிருக்க முடியாது. உருகு நிலை, கொதி நிலைகளுக்கு இத்துணை பெரிய இடைவெளி கொண்டதாக இருக்க முடியாது. இத்தன்மையினால் காலியம் உயர் உஷ்ணநிலைகளை அளக்கும் உஷ்ணமானிகளுக்கு மிகச் சிறந்ததாகிறது.

குறிப்பிடத் தக்க மற்ருேர் விஷயமிருக்கிறது. பாதரஸத்தை ஒத்த ஆனுல் அதைவிடக் கனத்த உலோகம் [analogue] ஒன்று இருக்குமானுல் (இத்தனிமம் மூலக அட்டவணை என்னும் பெரிய வீட்டில் கற்பனையான ஏழாவது அடுக்கு, எட்டாவது வரிசையில் உள்ளதாகவும், பூமியில் எவரும் அறியாததாகவும் மிகப் பெரிய அணு எண்ணுடையதாகவும் இருக்கும்), சாதாரண சூழ்நிலையில் அது ஒரு வாயுவாகத்தானிருக்க முடியும் என்று விஞ்ஞானிகள் அறிமுறையில் [theoretically] நிரூபித்துள்ளனர். ஒரு உலோகத்தின் ரசாயனத் தன்மைகளைக் கொண்ட ஒரு வாயு! விஞ்ஞானிகளுக்குச் சோதனை செய்ய இத்தகைய அபூர்வத் தனிமம் கிடைக்குமா?

ஒரு காரீயக் கம்பியைத் தீக்குச்சியின் சுவாலையில் உருக்கிவிடலாம். நெருப்பில் போட்டால் தகரம் [tin foil] உடனே ஒரு திரவத் துளியாகி விடுகிறது. ஆனுல் டங்ஸ்டன், டான்டலம, ரீனியம் இவற்றை உருக்குவதற்கு உஷ்ணநிலையை 3000°C(5500°F)க்கு மேல் உயர்த்த வேண்டும். ஏனைய உலோகங்களைவிட உருக்குவது கடினம். அதனுல் தான் மின்சார பல்புகளின் உள்ளிருக்கும் மெல்லிய கம்பிகள் [filaments] டங்ஸ்டன் அல்லது ரீனியத்தால் செய்யப்படுகின்றன. சில உலோகங்களின் கொதி நிலை உண்மையிலேயே மிக மிக அதிகம். உதாரணமாக, ஹாஃப்னியம் 5400°C 9800°F)யில். கிட்டத்தட்ட சூரியனின் வெளிப் பரப்பின் உஷ்ணநிலையில் தான் கொதிக்கத் தொடங்குகிறது.

அசாதாரணமான சேர்மங்கள்

மனிதனுல் திட்டமிட்டு வேண்டுமென்றே உண்டாக்கப்பட்ட முதல் இரசாயனச் சேர்மம் எது?

விஞ்ஞானத்தின் வரலாற்றில் இந்தக் கேள்விக்கு நிச்சயமான விடை இல்லை.

ஆகவே இது பற்றி நாமே சொந்தப் புனைவுகளின் வாயிலாகப் பார்க்க வேண்டியது தான். துணிந்து பார்ப்போமா! முன்னதாகவே, தான் பெற விரும்புவது இது தான் என்ற அறிவுடன் தாமிரமும் தகரமும் இணைந்த சேர்மத்தை முதல் மனிதன் உண்டாக்கினான். இவ்வாறு கூறுங்கால் வேதிச் சேர்மம் என்றும் சொல்லை நாம் வேண்டுமென்ற தவிர்த்துள்ளோம் என்பது காண்க. ஏனெனில் தாமிரமும் தகரமும் இணைந்த சேர்மம் (பழக்கத்தில் வெண்கலம் எனப்படுவது) சாதாரணமானதல்ல. அது கலப்பு உலோகம் [alloy] எனப்படும்.

பண்டைய மனிதர் முதலில் உலோகங்களை அவற்றின் தாதுக்களிலிருந்து கசடு நீங்க உருக்கிப் பிரித்து, அதன் பிறகே ஒன்றை மற்றொன்றுடன் உருக்கிச் சேர்க்க அறிந்தனர்.

அவ்வாறாக, நாகரிகத்தின் ஆரம்பத்தில், தற்போது உலோக இரசாயனம் [metal chemistry] எனப்படும் விஞ்ஞானத்தின் பகுதி ஒன்றுக்கு முதல் விதைகள் உயிர்த்தன. உலோகங்கள், அலோகங்கள் இவற்றின் சேர்மங்களின் அமைப்பு பெரும்பாலும், அவைகளிலுள்ள தனிமங்களின் இணை திறனைப் பொருத்தது. உதாரணமாக, சாதாரண

உப்பின் மூலக்கூறில் ஒரு நேர் இணைதிறன் கொண்ட சோடியமும், ஒரு எதிர் இணைதிறன் கொண்ட க்ளோரினும் உள்ளன. அம்மோனியா மூலக் கூறில் NH_3 எதிர் இணைதிறன் 3 உள்ள நைட் ரஜன் நேர் இணைதிறன் 1 கொண்ட மூன்று ஹை டிரஜன் அணுக்களுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. உலோகங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்த ரசா யனச் சேர்மங்கள் (உலோகப் புணர்வுச் சேர்மங் கள் [intermetallic compounds] எனப்படுபவை) பொதுவாக இணைதிறன் சட்டங்களுக்கு உட்படு வதில்லை. அவற்றின் இயைபு விகிதம் வினை புரி யும் தனிமங்களின் இணைதிறனுடன் தொர்புடை யதாக இல்லை. இதன் காரணமாக உலோகப் புணர்வுச் சேர்மங்களின் வாய்பாடுகள் விநோத மாகத் தோன்றுகின்றன. உதாரணம்: $MgZn_5$, KCd_7, $NaZn_{12}$ முதலியன. மேலும், அதே இரண்டு உலோகங்கள் பல சந்தர்ப்பங்களில் பல உலோகச் சேர்மங்களை உண்டாக்குகின்றன. உதா ரணமாகச், சோடியமும் தகரமும் 9 வெவ்வேறு சேர்மங்களை உண்டாக்குகின்றன.

உலோகங்கள் உருகிய நிலையில் ஒன்றொ டொன்று வினை புரிகின்றன. ஆனால் சேர்த்து உருக் கும் பொழுது உலோகங்கள் எப்போதுமே இர சாயனச் சேர்மங்களை உண்டாக்குவதில்லை. சில சமயங்களில் ஒரு உலோகம் மற்றொன்றில் கரை கிறது, அவ்வளவே. இதன் விளைவாக உண்டாவது, தனிப்பட்ட இரசாயன வாய்ப்பாட்டினால் குறிப் பிட முடியாததும், நிச்சயமான இயைபு விகிதம் அற்றதுமான இரண்டற ஒன்றிக் கலந்த கலவை

யே. இத்தகைய கலவை திடக் கரைசல் [solid solution] எனப்படும்.

உலோகக் கலவைகள் அனந்தம். ஏற்கெனவே எவ்வளவு கலவைகளைப் பற்றி அறிந்திருக்கிறோம்? பொதுவாக எவ்வளவு கலவைகளை உண்டாக்கலாம் என்றெல்லாம் கணக்கெடுக்க எவரும் சிரமப்பட்டு முயன்றதில்லை. அங்ககச் சேர்மங்களைப் போல், இவைகளின் எண்ணிக்கையும் ஒரு வேளை மிலியன் கணக்கில் ஓடிவிடும்.

12க்கு மேற்பட்ட உலோகங்களைக் கொண்ட சில கலவைகளும் இருக்கின்றன. சேர்க்கப்படும் ஒவ்வொரு புதிய தனிமமும், கலவையின் குணங்களை சில குறித்தவகையில் பாதிக்கிறது. இரண்டே உலோகங்களைக் கொண்ட கலவைகள் அநேகம் உள்ளன. ஈருலோகக் கலவைகள் எனப்படும் இவற்றின் குணங்கள், கலந்துள்ள உலோகங்களின் விகிதத்தைப் பொருத்தவை. சில உலோகங்கள் எந்த விதிதத்திலும், எளிதாகவும் கலந்துவிடுகின்றன. வெண்கலமும் பித்தளையும் (தாமிரமும் துத்தநாகமும் சேர்ந்த கலவை) அத்தகையவை. தாமிரமும் டங்ஸ்டனும் போன்ற மற்றவை எந்தச் சூழ்நிலையிலும் கலக்கப் பெரும்பாலும் இணங்குவதில்லை. எனினும் விஞ்ஞானிகள், ஒரு புதிய வழியில் பொடி உலோக இயல் [powder metallurgy] முறையினால் தாமிர, டங்ஸ்டன் பொடிகளை அதிக அழுத்தத்தில் சூட்டினால் இளக்கி இவற்றின் கலவை ஒன்றை உண்டாக்குவதில் வெற்றியடைந்துள்ளனர்.

வேதியியலின் முதல் "மின்னணுக் கம்ப்யூடர்"

எலக்ட்ரானிக் கம்ப்யூடர்கள் (மின்னணுக் கணித இயந்திரங்கள்) அநேக செயல்களைப் புரிய முடியும். சதுரங்கம் விளையாடவும், வானிலையை முன்னதாகக் கூறவும், தொலைவில் இருக்கும் தாரகைகளின் உட்பகுதிகளில் என்ன நிகழ்வதென்பதைக் கண்டறியவும், எண்ணிப் பார்க்க முடியாத அளவு கடினமான கணக்குகளைச் செய்யவும், கம்ப்யூடர்களுக்குக் கற்றுக் கொடுக்கப் பட்டிருக்கிறது. நமக்குத் தெரிய வேண்டியதெல்லாம் அவைகளுக்குச் செய்முறை நிரல் [programme] தயாரித்துக் கொடுப்பது தான். வேதியியலிலும் கூட எலக்ட்ரானிக் கம்ப்யூடர்கள் நாளுக்கு நாள் அதிகமாகப் பயன்படுகின்றன. இந்த இயந்திரங்கள் பெரிய தானியங்கிகளை கட்டுப்பாடாக இயக்குகின்றன. இவற்றின் உதவியால், ஆராய்ச்சியாளர்கள், அநேக இரசாயன வினைகளைப் பற்றி நடைமுறையில் செய்யும் முன்னர் அறிந்து கொள்ளுகிறார்கள்...

ஆனால் வேதியியல் விஞ்ஞானிகளிடம் அபூர்வமான "எலக்ட்ரானிக் கம்ப்யூடர்" ஒன்று அவர்கள் உபயோகத்திற்கென இருக்கிறது. 'எலக்ட்ரானிக் கம்ப்யூடர்' என்ற சொல்லே உலக மொழிகளில் தோன்றாத காலத்திலேயே, நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே அது கண்டுபிடிக்கப் பட்டது.

அந்த அதிசய இயந்திரம் தான் மூலக மீள் படியமைப்பு அட்டவணை.

அது, மிகவும் துணிச்சலான ஆராய்ச்சி யாளர்கள் கூடச் செய்யத் தயங்கியதைச் செய்வதற்கு விஞ்ஞானிகளுக்கு வல்லமை அளித்தது. ஆராய்ச்சி சாலையில் கூடக் கண்டு பிடிக்கப்படாததும், அதுவரை யாரும் அறியாததுமான தனிமங்களை முன் கூட்டியே கூறுவதையும், அவற்றின் தன்மைகளைக் கூட விவரிப்பதையும் அது சாத்தியமாக்கியது. அவ்வாறு முன் கூட்டி அறிந்த தனிமங்கள் உலோகங்களா, அலோகங்களா, ஈயம் போன்று கனத்தவையா அல்லது சோடியம் போன்று இலேசானவையா, பூமியின் எந்த வகையான உலோகத் தாதுக்களில் அல்லது கனிஜங்களில் இதுவரை அறியப்படாத அத்தனிமங்களைத் தேடிக் காணலாம் என்ற விவரங்களை எல்லாம் அது கூற முடியும். இக்கேள்விகளுக்கெல்லாம் விடைகளை, மெண்டலீஃப் கண்டு பிடித்த ''எலக்ட்ரானிக் கம்ப்யூடர்'' அளித்தது.

1875ல் ஃபிரெஞ்சு விஞ்ஞானியான பால் எமில் லெகாக் டி பவாபோத்ரான் தனது சக விஞ்ஞானிகளிடம் ஒரு முக்கியமான விஷயத்தை அறிவித்தார். தத்துநாகத் தாது ஒன்றில் ஒரு கிராம் எடைக்கும் குறைவாக மிகச் சிறிய தானிய அளவுடைய புதிய தனிமம் கலந்திருப்பதை அவர் கண்டு பிடித்தார். அனுபவம் வாய்ந்த ஆராய்ச்சியாளராயிருந்தமையால், அவர் கால்லியம் என்ற அந்தப் புதிதாகப் பிறந்த தனிமத்தின் பலதரப்பட்ட தன்மைகளையும் ஆராய்ந்து அறிந்து, அவைகளைப் பற்றி ஒரு அறிக்கை எழுதினார்.

சிறிது காலம் கடந்த பின் செயிண்ட் பீட்டர்ஸ்பர்க்கிலிருந்து அவருக்கு ஒரு கடிதம் வந்

தது. சுருக்கமான அக்கடிதத்தில் அந்த ஃப்ரெஞ்சு விஞ்ஞானி படித்தது பின் வருமாறு: அக்கடிதத்தை எழுதியவர் பால் எமில்லின் முடிவுகளை, ஒரே ஒரு விவரத்தைத் தவிர மற்றபடிப் பூரணமாக ஒப்புக் கொண்டார். அதாவது காலியத்தின் ஒப்படர்த்தி 4.7க்குப் பதிலாக 5.9 என்றிருக்க வேண்டும்.

அக்கடிதத்தில் டி. மெண்டலீஃப் என்ற கையொப்பமிடப்படிருந்தது.

பால் எமில் கலவரமடைந்தார். அந்த ருஷ்ய வேதியியல் பேரறிஞன் புதிய தனிமத்தைக் கண்டு பிடிப்பதில் தன்னை முந்திக் கொண்டு விட்டாரா?

இல்லை. மெண்டலீஃபின் வசம் காலியம் இல்லை. அவர் மூலக அட்டவணையைச் சாமார்த்தியத்துடன் பயன்படுத்தியிருந்தார். அவ்வளவே, மெண்டலீஃபுக்குக் காலியம் அட்டவணையில் இப்போது இருக்குமிடத்தில் ஒரு புதிய தனிமம் இடம் பெறும் என்று நீண்ட காலமாகவே தெரியும். அவர் அதற்கு ஏகா-அலுமினியம் என்ற முன் பெயர் வைத்து, அட்டவணையில் அதனுடைய அண்டைத் தனிமங்களின் குணங்களைக் கொண்டு, அதன் இரசாயனத் தன்மைகளை மிகவும் சரியாக முன்னதாகவே கூறிவிட்டார்...

எனவே மெண்டலீஃப் வேதியியலின் முதல் ''நிரலமைப்பாளர்''' [programmer] ஆவார். அவர் அப்போது தெரிந்திராத வேறு 12 தனிமங்களைப் பற்றி முன்னதாகவே கூறி, அவற்றின் தன்மைகளையும் ஏறக்குறைய முழுவதும் வர்ணித்திருந்தார். அவைகளின் தற்காலப் பெயர்களாவன: ஸ்காண்டியம், ஜெர்மானியம், பொலோனியம்,

ஆஸ்டடைன், ஹாஃப்னியம், ரீனியம், டெக்னீஷியம், ஃபிரான்ஸியம், ரேடியம், ஆக்டினியம், ப்ரோடாக்டினியம். அவைகளில் பெரும்பான்மையானவை 1925க்குள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டு விட்டன.

"மின்னணுக் கம்ப்யூடரில்" ஒரு முட்டுப்பாடு

நமது நூற்றுண்டின் இருபத்தாம் ஆண்டுகளுக்குள் பௌதிகமும் இரசாயனமும் மிகப் பெரிய அளவில் முன்னேறிவிட்டன. இருபது ஆண்டுக் காலத்துக்குள் இந்த இயல்கள் அதற்கு முந்திய மனித வரலாற்றிலேயே மொத்தமாக அடைந்ததை விட அதிகமாக முன்னேற்றமுடைந்து விட்டன.

ஆனுல் புதிய தனிமங்களின் கண்டு பிடிப்பு திடீரென்று தடைப்பட்டு நின்று விட்டது. மூலக அட்டவணையில் இன்னும் நிரப்பப்பட வேண்டிய பல காலியிடங்கள் இருந்தன. இவை 43, 61, 85, 87 அணு எண்களுக்கான பெட்டிகள்.

மூலக அட்டவணையில் இடம் பெற்ற அமர மறுத்த இந்த விநோத மூலகங்கள் எவை?

புதியவன் நிர். 1. மாங்கனீசுக்கும் ரீனியத்துக்குமிடையே, தன்மைகளில் இவைகளை ஒத்ததாக, அணு எண் 43 கொண்டதாக ஏழாவது தொகுதியைச் சேர்ந்ததுதான் தனிமம். இது மாங்கனீஸ் தாதுக்களில் தேடப்பட வேண்டியது.

புதியவன் நிர். 2. அபூர்வ மண் தனிமங்களை எல்லா விதங்களிலும் ஒத்த அவற்றின் தோழன். அணு எண் 61.

புதியவன் நிர். 3. ஆகக் கனமான உப்பினி, அயோடினுடைய மூத்த சகோதரன். அது வேதியியல் அறிஞர்களுக்குப் பெரு வியப்பளிப்பதாகலாம். ஏனெனில் அதனுடைய குணங்கள் சிறிதளவு உலோகத்தை ஒத்ததாக இருக்கக் கூடும். உப்பினி-உலோகம் — இருமுகத் தனிமத்திற்கு எத்தகைய நல்ல உதாரணம்! 85வது பெட்டி அந்தப் பெரிய வீட்டில் தயாராக அதற்காக வைக்கப்பட்டிருந்தது.

புதியவன் நிர். 4. இது மிகவும் சுவராஸ்யமான தனிமம். மிகுந்த வீர்யமுள்ளதும், ஊக்கத்துடன் வினைபுரியக் கூடியதுமான உலோகம். அது உங்கள் உள்ளங்கையில் வைத்திருந்தாலே உருகி விடும். கார உலோகங்களிலேயே மிகவும் கனமானது. அதன் அணு எண் 87.

விஞ்ஞானிகள் இந்த மர்மமான புதியவர்களைப் பற்றி விவரமான குறிப்புகளைத் தயாரித்தனர். ஷெர்லாக் ஹோம்ஸுக்கு, ஒரு குற்றவாளியை அவன் புகைத்த சிகரெட் சாம்பல் மூலமும், அவனுடைய ஜோடுகளின் தோலில் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும் களிமண் துகள்களிலிருந்தும் இனமறிந்து கொள்ள முடியும். ஆனால் அவருடைய வழிகள் கூட மிகச் சிறிய அளவிலுள்ள, முன் அறிந்திராத பொருள்களைத் தெரிந்து கொள்ளக் கற்றிருந்த விஞ்ஞானிகளின் நுட்பமான முறைகளுக்கு ஒப்பிடும் போது ஒன்றுமே இல்லை எனலாம்.

சாதுர்யமுள்ள அந்தத் துப்பறிபவர் எப்போதும் அதிர்ஷ்டமுள்ளவர். வேதியியல் அறிஞர்கள் அப்படியல்ல. மர்மமான புதியவர்களைக்

கண்டு பிடித்து அவர்களின் அடுக்குகளில் வைப்பதற்கு அவர்கள் செய்த முயற்சிகளெல்லாம் தோல்வியடைந்தன.

அப்புதியவர்கள் எங்கெங்கும் தேடப்பட்டனர். சிகரெட்டுச் சாம்பல், செடிகள் மக்கிய துணுக்குகள், தாதுக்களைச் சேர்த்து வைக்கும் மியூஸியங்களுக்குப் பெருமையளிப்பவையான கிடைத்ததற்கரிய, பரிச்சயமில்லாத தாதுக்கள், கடல், சமுத்திர நீர் ஆகிய எல்லா இடங்களும் தேடினர். ஆனால் எல்லாம் வீணே!

விடுவிக்கப்படாத புதிர்களின் விவரங்கள் வைத்த ஷெல்லில் ''43, 61, 85, 87 ஆகிய தனிமங்களின் மர்மமான மறைவு பற்றிய கேஸ்'' என்ற புதிய தஸ்தாவேஜுக் கட்டு தோன்றியது. இதனை ''மனதைத் தளரச் செய்யும் கேஸ்'' என்று சில துப்பறிபவர்கள் கூறியிருக்கலாம்.

நமது பூமியில் இருக்கும் சாதாரணப் பொருள்களின் பட்டியலிலிருந்து இத்தனிமங்களை யாரும் ஐயமுறாத வகையில் விஷமமாக இயற்கை நீக்கி இருக்க முடியுமா? இது இயற்கையின் விசித்திரப் போக்குகளில் ஒன்று தானா?

அது மந்திரஜாலம் போன்று தான் தோன்றியது. மாயங்கள் நிகழ்வதில்லை என்று தான் யாவரும் கூறுவர். ஆனால் பெரிய வீட்டின் இந்த நான்கு பெட்டிகளும் காலியாகவே இருந்தன என்பதற்கு காரணம் புரியவில்லை.

விஞ்ஞானிகள் தனிமங்களைச் செயற்கையாக உண்டாக்குவதை அறிந்து கொண்ட பின்னரே இப்பெட்டிகள் நிரப்பப் பட்டன.

ஒரு தனிமத்தை வேறென்றாக மாற்றுவதெப்படி

நம்மைச் சூழ்ந்துள்ள உலகில் எண்ணிறந்த வேதி வினைகள் நடைபெறுகின்றன. அவை யாவும் எலக்ட்ரான்-ஷெல் வேதியியலின் அதிகாரத்திற்குக் கீழ் படிகின்றன. ஒரு அணு, எலக்ட்ரான்களைப் பெற்று அல்லது இழந்து எதிர் மின்னேற்ற முடைய அயனியாகவோ, அல்லது நேர் மின்னேற்றமுடைய அயனியாகவோ மாறலாம். ஒரு அணு, வேறு நூற்றுக்கணக்கான அல்லது ஆயிரக்கணக்கான அணுக்களுடன் இணைந்து பெரு வடிவம் கொண்ட ஒரு ராட்சத மூலக்கூறை உண்டாக்கலாம். எப்படியிருந்த போதிலும், அது ஒரே தனிமத்தின் தன்மைகளைக் கொண்டதாகவே இருக்கிறது. கரி மூன்று மில்லியன் சேர்மங்களுக்கு மேல் தோற்றுவிக்கிறது. ஆனால் அவை ஒவ்வொன்றிலும், அது CO_2 கார்பன் டையாக்ஸைடோ அல்லது மிகச் சிக்கலான வடிவமைப்பைக் கொண்ட நுண்ணுயிர்க் கொல்லியோ, எதுவானாலும், கரியின் அணு கரிதான்.

ஒரு தனிமத்தை வேறொன்றாக மாற்ற அதன் அணுவின் மையக்கருக்களைத் திருத்தியமத்து அவற்றின் மின்னேற்றத்தை மாற்ற வேண்டும்.

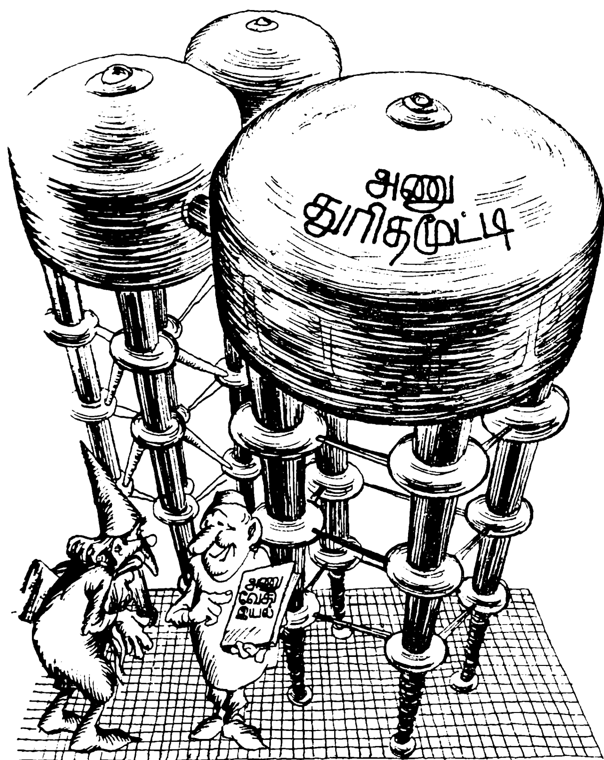
இரசாயன வினைகளை நடைபெறச் செய்வதற்கு விஞ்ஞானிகள் மிக அதிக உஷ்ண நிலைகளையும் அழுத்தங்களையும் கிரியா ஊக்கிகளையும் [catalysts] பயன்படுத்துகின்றனர். கிரியா ஊக்கிகள் என்பவை சிறிய அளவில் சேர்க்கப்பட்டாலும் வினைகளைத் துரிதப்படுத்தும் பொருள்கள்.

ஆயிரக்கணக்கான டிகிரி உஷ்ணநிலைகளும்,

லட்சக்கணக்கான வளி மண்டல அழுத்தங்களும் கூட அணுக்கருவை மாற்றியமைத்துவிட முடியாது. ஒரு தனிமத்தை இம்முறையில் வேறொரு தனிமமாக மாற்ற இயலாது.

ஆனால் விஞ்ஞானத்தின் புதிய பிரிவாகிய அணு வேதி இயல் [nuclear chemistry] முறைகளினால் இதனைச் செய்துவிட முடியும். இந்த அணு வேதியியலின் ''உஷ்ணநிலைகளும் அழுத்தங்களும்'' எவையெனில், ப்ரோட்டான்களும் நியூட்ரான்களும், கன ஹைடிரஜன் ஐசோடோப்புகளின் அணுக்கருக்களும் (ட்யூட்ரான்கள்), ஹீலியம் அணுக்கருக்களும் (ஆல்ஃபா துகள்கள்), கடைசியாக, மெண்டலீஃப் அட்டவணையின் இலேசான தனிமங்களாகிய போரான், ஆக்ஸிஜன், நியான், ஆர்கான் இவைகளின் அயனிகளுமே. இதன் வேதிவினை உபகரணங்களில், மோதும் துகள்களை [bombarding particles] உருவாக்கும் அணு வினையகங்களும், அத்துகள்களை மிதமிஞ்சிய வேகம் பெறச் செய்வதற்கான துரித மூட்டிகளும் [accelerators] உள்ளன. அணுக்கருவினுள் ஊடுருவிச் செல்ல, மோதும் துகளுக்கு மிக அதிக சக்தி (அது நேர் மின்னேற்றமுள்ளதானால் இது மிக அவசியம்) வேண்டும்; இதனால் அணுக் கருவின் மின்னேற்றத்தின் எதிர்க்கும் சக்தியை அடக்குவதை எளிதாக்குகிறது. அணு வேதியியலில் அதற்கே உரித்தான குறியீட்டு முறை உள்ளது, ஆனால் அதன் வினைகளின் சமன்பாடுகள் [equations] முன்னரே, ''பழக்கத்திலுள்ள'' ரசாயனச் சமன்பாடுகளை ஒத்தவை.

அணு வேதியியலினால் தான் மெண்டலீஃப்



அட்டவணையின் காலி இடங்கள் கடைசியில் நிரப்பப்பட்டன.

''செயற்கை'' என்ற பொருள் கொண்ட "technetos" என்ற கிரேக்கச் சொல் முதன் முதலில் மனிதனால் செயற்கையாகத் தயாரிக்கப்பட்ட தனிமத்தின் பெயராக அமைந்தது. **1936**ல் சைக்ளோட்ரான் ஒன்றில் துரிதமூட்டப்பட்ட வேகம்

பொருந்திய ட்யூட்ரான்களின் கற்றை ஒரு மாலிப்டினத் தகட்டின் மேல் மோதியது. வேகம் பொருந்திய ட்யூட்ரான்கள் வெண்ணைக்குள் கத்தி செல்வது போல எலக்ட்ரான் ஷெல்களினூடே வெட்டிச்சென்று கருவினை அடைந்தன. கருவுடன் மோதியவுடன், ஒரு ப்ரோடானும் நியூட்ரானும் கொண்ட ஒவ்வொரு ட்யூட்ரானும் சிதைந்து, நியூட்ரான் ஒரு கோணத்தில் பிரிந்து செல்ல, ப்ரோடான் மட்டும் கருவினுள் அகப்படுகிறது. இது கருவின் அணு மின்னேற்றத்தை ஒரு அலகு அதிகரிக்கச் செய்து, 42வது பெட்டியில் இடம் பெற்றிருக்கும் மாலிப்டினம் தனது வலது பக்க அயலானை 43வது தனிமமாக மாறி விடுகிறது.

சாதாரனமாக வேதியியலில் பல வழிகளில் ஒரே சேர்மத்தை அடைய முடிவது போல், அணு வேதியியலில் பல வினைகளின் மூலமாக அதே தனிமங்களைச் செயற்கையாகத் தயாரிக்கலாம்.

உலகிலேயே மிகவும் ஆச்சரியகரமான அணு வினையகம் என்ற தொழிற்சாலையில் டெக்னீஷியத்தைக் கிலோகிராம்கள் அளவில் தயாரிக்க மக்கள் கற்றுக் கொண்டனர். இங்கு மெதுவாகச் செல்லும் நியூட்ரான்களால் யுரேனியக் கருக்கள் பிளக்கப்பட்டு சக்தி உண்டாக்கப்படுகிறது.

யுரேனியக் கருக்கள், ஒவ்வொன்றும் இரண்டு துணுக்குகளாக, வெவ்வேறு வகையில் பிளந்து பிரிகின்றன. இவை மெண்டலீஃப் அட்டவணையின் இடைப்பகுதியிலுள்ள அணுக்கருக்களாகும். பிரியும் பொழுது, யுரேனியம், மூலக அட்டவணையில் 30க்கும் அதிகமான பெட்டிகளில் இடம்

பெறும் தனிமங்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. இவை ...ப்பதிலிருந்து அறுபத்து நான்காம் பெட்டி வரை உள்ளன. டெக்னீஷியமும் பல்லாண்டுகளாக பூமியின் மேற்பரப்பின் அடுக்குகளில் தேடிக் காணப்படாத மற்றொரு அபூர்வ தனிமமும் இவற்றில் அடங்கும். இது அறுபத்து ஒன்றும் பெட்டியில் ...ழும் ப்ரோமெதியம் ஆகும்.

அணு வேதியியலானது விஞ்ஞானிகளுக்கு ...ரேனியத்தை விடக் கனமான தனிமங்களை ...ளித்தது. துணுக்குகளைத் தவிர, யுரேனியக் ...ருக்களின் பிரிவு அதிக அளவில் நியூட்ரான் ...ளைத் தோற்றுவிக்கிறது. இவை வெட்டிப் பிரிக்...ப்படாத முழுக் கருக்களினால் விழுங்கப்படுகின்...ன. இவ்வாருக, அணு எண்கள் 93, 94... ...காண்ட தனிமங்களைத் தொகுத்து ஈட்ட [synthesize] முடிகிறது. இத்தனிமங்களுக்கு ட்ரான்ஸ்யுரேனியத் தனிமங்கள் எனப் பெயர்.

அணு வேதியியலில் இத்தனிமங்களை உண்டாக்க அநேக வழிகள் உண்டு. தற்போது 13 ட்ரான்ஸ்யுரேனியத் தனிமங்கள் அறியப்பட்டுள்ளன. அவை யாவன: நெப்ட்யூனியம், ப்ளுடோனியம், அமெரீஸியம், க்யூரியம், பெர்க்லியம், கலிஃபோர்னியம், ஐன்ஸ்டைனியம், ஃபெர்மியம், மெண்டலீவியம், லாரென்ஸியம், குர்சடோவியம், இக்கடைசித் தனிமம் மிகச் சமீபகாலத்தில் (1964ல்) பி. ஃப்ளேராவ் என்பவரின் தலைமையில் சோவியத் பௌதிகக் குழுவினரால் தொகுத்தீட்டப்பட்ட மிகவும் கனமான ட்ரான்ஸ்யுரேனியத் தனிமம் ஆகும். அணு எண் 102

கொண்ட ட்ரான்ஸ்யுரேனியத் தனிமத்திற்கு இன்னும் பெயரிடப்படவில்லை.*

ஒரு வீட்டிற்குப் புதிய மாடி ஒன்றைக் கட்டுவதற்குச் செங்கற்களை அடுக்கி முடித்து, முதல் நாள் சென்ற கொத்தன், மறு நாள் தான் செய்தது முழுவதும் மறைந்து போயிருக்க அவனுக்கு ஏற்படும் வியப்பைக் கற்பனை செய்து பாருங்கள். கனத்த ட்ரான்ஸ்யுரேனியத் தனிமங்களின் தன்மைகளை ஆராய்பவர்களும் அத்தகைய நிலையில் தான் இருக்கிறார்கள். இத்தனிமங்கள் யாவும் மிகவும் நிலையற்றவை. அவற்றின் ஆயுட்காலம் சில நிமிடங்கள் அல்லது விநாடிகள் மட்டுமே. சாதாரணத் தனிமங்களைக் கையாளும் பொழுது வேதியியல் விஞ்ஞானிக்கு நேரம் போதாமல் போய்விடாது. ஆனால் அவன் குறுகிய வாழ்நாளை உடைய ட்ரான்ஸ்யுரேனியத் தனிமங்கள் போன்றவைகளைக் கையாளுகையில் ஒவ்வொரு நிமிடமும் பொன்போன்று அத்துணை மதிப்புள்ளது. எந்த விநாடியும் ஆராய்ச்சிக்குட்படும் பொருள்கள் மறைந்து விடலாம் என்பது மட்டுமன்றி விஞ்ஞானிக்குக் கிடைக்கும் பொருளின் அளவும் மிகக் குறைவு. சில சமயங்களில் ஆராய்ச்சித் தனிமத்தின் ஒரு அணுக்கள் மட்டுமே கிடைக்கலாம்.

எனவே பிரத்யேகமான ஆராய்ச்சி முறைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டியது அவசியமாகிறது.

---

* நோபீலியம் என்ற பெயர் கண்டுபிடிக்கப் பட்டது. குர்சடோவியத்துக்கு அடுத்தது ஹானியம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. (இப்புத்தகம் எழுதப்பட்டபோது இது தெரிந்திராத விஷயம்.) —மொ-ர்.

அம்முறைகள் கதிர் இயக்கமுள்ள தனிமங்களின் வேதியியலாகிய, கதிர் வேதியியல் [radiation chemistry] என்ற புதிய இளங்கிளை வேதியியலில் அடங்கியவை.

தனிமங்களின் உலகில் இறப்பும் இறவாமையும்

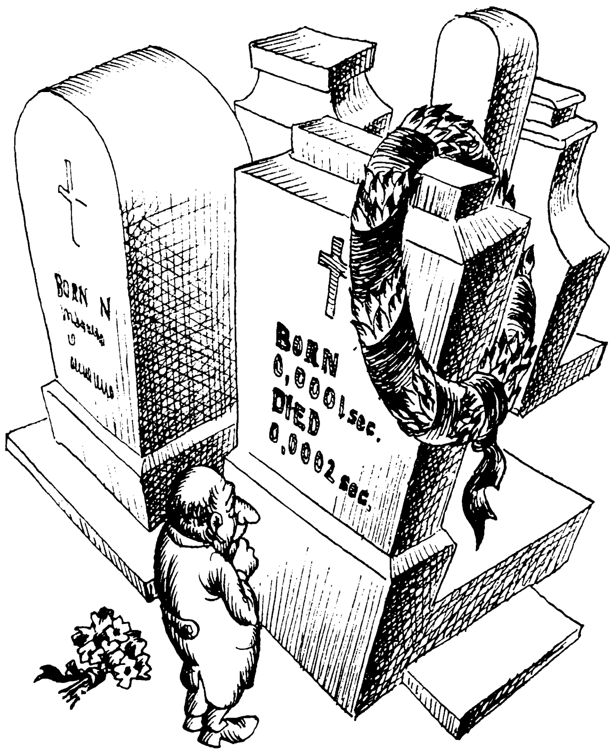
வேதியியல் விஞ்ஞானிகள் ஒரு வகையான பழம் பொருள் ஆராய்ச்சியாளர்களாகி விட்ட ஒரு காலமும் வந்தது. பழம் பொருள் ஆராய்ச்சியாளன் ஒரு வெண்கலக் கலைப்பொருளோ அல்லது மண்பாண்டமோ எத்தனை நூற்றுண்டுகளுக்கு முன்னர் செய்யப்பட்டதென்று கண்டு பிடிப்பது போல், விஞ்ஞானிகள் பூமியில் காணப்படும் பல தாதுக்களின் வயதை அளக்கக் கற்றனர்.

சில தாதுக்கள் 4.5 பிலியன் [billion] ஆண்டுகள் வயதுள்ளவை எனக் கண்டுபிடிக்கப் பட்டன. அவற்றின் வயது பூமியின் வயதே ஆகும். ஆனல் தாதுக்கள் ரசாயனச் சேர்மங்கள் அல்லவா? அவை தனிமங்களாலானவை. எனவே தனிமங்கள் அனேகமாக சிரஞ்சீவித் தன்மையுடையவை.

ஒரு தனிமம் இறக்க முடியுமா என்று கேட்பது அபத்தமில்லையா? இறப்பு என்பது உயிர்ப்பிராணிகளுக்கே உரித்தான சோகமான முடிவல்லவா?

முதற் பார்வையில் தோன்றுவது போல் இக்கேள்வி அத்துணை அர்த்தமற்றதல்ல.

கதிரியக்கம் என்ற பெளதிக இயற்பாடு ஒன்று உள்ளது. இதில் தனிமங்கள், அதாவது



அணுக்கருக்கள் தாமாகவே சிதைந்து போகின்றன. சில அணுக்கள் தங்கள் உள்ளமைப்பிலிருந்து எலக்ட்ரான்களை வெளியிடுகின்றன. மற்றவை ஆல்ஃபா துகள்களை (ஹீலியம் கருக்கள்) வீசுகின்றன. இன்னும் சில ஏறக்குறைய இரண்டு சம பாதிகளாக உடைகின்றன. இதற்குத் தானாகச் சிதைதல் [spontaneous fission] என்று பெயர்.

எல்லாத் தனிமங்களும் கதிரியக்கம் கொண்டவையா? இல்லவே இல்லை. கதிர் வீசுபவை முக்கியமாகப் பொலோனியத்திலிருந்து தொடங்கி அட்டவணையின் கடைசியிலுள்ள தனிமங்களே.

சிதைவதனுல் ஒரு கதிரியக்கமுள்ள தனிமம் முழுவதும் மறைந்து விடுவதில்லை. அது பிறிதொன்ருக மாறுகிறது. கதிரியக்க மாறுதல்கள் ஒன்றன் பின் ஒன்ருகச் சங்கிலித் தொடர்போல் மிக நீளமானதாக இருக்கலாம்.

உதாரணமாகத் தோரியமும் யுரேனியமும் கடைசியில் ஸ்திரத்தன்மை காரீயமாக மாறுகின்றன. ஆனுல் அவற்றின் இந்த மாறுதல் பாதையில் சுமார் 12 கதிரியக்கமுள்ள தனிமங்கள் பிறந்து அழிகின்றன.

கதிரியக்கத் தனிமங்கள் வெவ்வேறு வகையான உள்ளாற்றல் கொண்டவை. அவற்றில் சில, முழுவதும் மறையும் முன்னர் பத்து பிலியன் ஆண்டுகளுக்கு மேல் உயிர் வாழலாம். மற்றும் சிலவற்றின் ஆயுட்காலம் ஒரு சில நிமிடங்களோ அல்லது விநாடிகளோ தான். விஞ்ஞானிகள் கதிரியக்கப் பாதிச் சிதைவுக் காலம் [half-life period] என்னும் பிரத்தியோகமான கால அளவினுல் கதிரியக்கமுள்ள தனிமங்களின் உள்ளாற்றலை நிர்ணயிக்கின்றனர். இந்தக் காலத்திற்குள் கதிரியக்கமுள்ள தனிமம் முதலில் இருந்த எடையில் பாதி அளவு சிதைந்து அழிகிறது.

யுரேனியம், தோரியம் இவற்றில் ஒவ்வொன்றின் கதிரியக்கப் பாதிச் சிதைவுக் காலம் பல பிலியன் ஆண்டுகள் ஆகும்.

மூலக அட்டவணையில் இவற்றுக்கு முன்னால் வரும் ப்ரோடாக்டினியம், ஆக்டினியம், ரேடியம், ஃப்ரான்ஸியம், ராடான், ஆஸ்டடைன், பொலோனியம் முதலியவைகளின் விஷயத்தில் இது அல்ல நிலைமை. இவற்றின் அயுட்காலம் மிகவும் குறுகியது; சுமார் நூறுயிரம் ஆண்டுகளுக்கு மேற்பட்ட ஆயுள் மேற்கூறிய எதற்குமே இல்லை. இது எதிர்பாராத புதிரைத் தோற்றுவிக்கிறது, அல்லவா?

இந்தக் குறுகிய ஆயுட்காலம் கொண்ட தனிமங்கள் இன்னுமா பூமியில் வாழ்கின்றன? நமது பூமி 5 பிலியன் ஆண்டு வயதுடையது என்பதை எண்ணும்போது ரேடியம், ஆக்டினியம் அவற்றின் குழுவைச் சேர்ந்த இதர தனிமங்கள் இதற்குள் நூறு முறைகள் மீண்டும், மீண்டும் தோன்றி, மறைந்திருக்க முடியுமே!

இன்னமும், அவை இருக்கின்றன. பூமியின் தாதுக்களில் யுகாந்திரங்களாக மறைந்து கிடக்கின்றன. இயற்கை தன்னிடமுள்ள ஏதோ ஒரு அழுத்தத்தினல் இவை அழியாமல் வைத்துக் கொண்டுள்ளதோவெனத் தோன்றுகிறது.

ஆனல் உண்மை இது வல்ல. பூமியில் இலகுவில் தீர்ந்து போக முடியாத சேமிப்புகளாய் இருக்கும் யுரேனியம், தோரியம் ஆகியவற்றிலிருந்து இவை மீண்டும், மீண்டும் உற்பத்தியாகிக் கொண்டேயிருக்கின்றன. இந்த யுரேனியம் போன்ற கதிரியக்கமுள்ள ''முதுபெரும் தலைவர்கள்'' இறுதியில் காரீயமாவதற்கு முன் தங்கள் நெடிய சிக்கலான பரிணமப் பாதையில் பயணம் செய்து கொண்டேயிருக்கும் வரையில் இடையில் தோன்

றும் தனிமங்களாகவும் மாறிக்கொண்டே இருக்க வேண்டும். எனவே தனிமங்களில் நாம் முதல் [primary], இரண்டாவது[secondary] என்ற இரண்டு பெரிய தொகுதிகளாகப் பிரித்து அறியலாம்.

கதிரியக்கமில்லாத தனிமங்களும், பூமியின் வயதைவிட அதிகமான பாதிச் சிதைவுக் காலம் கொண்ட யுரேனியமும் தோரியமும் முதல் தனிமங்கள் எனப்படுபவை. அவை சூரிய மண்டலத்தின் தோற்றத்தையே கண்டவை.

மற்றவை யாவும் இரண்டாவது தனிமங்கள்.

மூலக அட்டவணையின் பல தனிமங்கள் உலகில் இல்லாமல் போகும் காலமும் வரும். யுரேனியம், தோரியம் ஆகியவை இரண்டாம் தனிமங்களைத் தோற்றுவிக்கும் வற்ருத பிறப்பிடங்கள். இரண்டாம் தனிமங்கள் எனப்படுபவை முதற் தனிமங்களின் சார்பு இருக்கும் வரை அழியாதவை. சில நூறு பிலியன் ஆண்டுகளுக்கு பிறகு ஒரு காலத்தில் இவையும் பூமியிலிருந்து மறைந்து விடும். அவற்றுடன் கூட அவைகளின் கதிரியக்கச் சிதைவினுல் விளையும் பொருள்களும் மறைந்து போகும்.

ஒன்று, இரண்டு, மூன்று, பல...

வரலாற்றுக்கு முற்பட்ட கால மனிதனுடைய எண்ணும் திறமை அவ்வளவே. அவனுடைய கணித அறிவு ''அதிகம்'', ''குறைவு'' என்ற இரு அளவுகளை மட்டும் கொண்டது.

நமது கோள் தனது ''களஞ்சியங்களில்'' சேமித்து வைத்திருந்த தனிமங்களின் அளவைக் கணக்கிட முயன்ற போது, இந்தப் பிரமானத்தைத் தான் நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன் வரை மக்கள் பயன்படுத்தினர்.

உதாரணமாகக், காரீயம், துத்தநாகம், வெள்ளி முதலியவை நடைமுறையில் விரிவாகப் பயன்பட்டன. அவை அதிகமாகப் பழக்கத்திலிருந்தன என்பதனுல் இயற்கையில் தாராளமாகக் கிடைப்பவையாகக் கருதப்பட்டன. அபூர்வ மண் உலோகங்கள் (லாந்தனைடுகள்) பூமியில் அதிகமாகத் தென்படவில்லையாதலால் அவை அரியவை, இயற்கையில் சிறிதளவே உள்ளவை என்று கருதப்பட்டன. ஒரே ஒரு நூற்றுண்டுக்கு முன்னர் இவ்வாறு காரணம் காட்டுவது எவ்வளவு எளிதாயிருந்ததென்று பாருங்கள்.

இரசாயனத் தனிமங்களின் சேமிப்புக்கிடங்குகளின் ''மேற்பார்வையாளர்''களுக்கு வேலை அத்துணை எளிதாயிருந்தது. நம் காலத்தவர்கள் அவர்களின் வேலைகளை எண்ணிப் பார்த்தால் சிரிப்புத்தான் வரும்.

ஒவ்வொன்றும் எவ்வளவு இருக்கிறதென்று கணக்காக நம்மவர்களால் கூற முடியும். ஆகவே சிரிக்காமலிருப்பதெப்படி! பூமியில் ஒவ்வொரு தனிமத்திலும் எத்தனை அணுக்கள் உள்ளன என்று கூட இப்பொழுது கூற முடியுமே! கெட்ட பெயர் பெற்ற அபூர்வ மண்கள், பூமியின் தாதுக்களில் காரீயம், துத்தநாகம், வெள்ளி, ஆகிய யாவும் சேர்ந்த அளவை விடச் சற்றுக் குறைவாக உள்ளன என்று தற்போது நிச்சயமாகத் தெரியும்.

பூமியில் தனிமங்கள் எந்த அளவுக்கு உள்ளன என்பதைக் கவனத்துடன் வழுவின்றிக் கணக்கிடுதல், அமெரிக்க விஞ்ஞானி க்ளார்க்கின் சாதனையிலிருந்து தான் தொடங்கியது. அவர் பூமி மத்திய ரேகைப் பகுதிகளிலிருந்தும் துந்திரப் பகுதிகளிலிருந்தும், பல தண்ணீர் வகைகளையும் வேதியியல் முறையில் பகுத்தாயும் முயற்சி மேற்கொண்டு 5,500 சோதனைகளைச் செய்தார். உலகின் எல்லாப் பகுதிகளிலிருந்தும் மண் வகைகளை ஆராய்ந்தார்.

இந்த மகத்தான வேலையை முடிக்க அவருக்கு 20 ஆண்டுகளாயின. க்ளார்க் முதலிய பல விஞ்ஞானிகளுக்கு மனித இனம் நன்றி செலுத்த வேண்டும். அவர்களால் தான் உலகில் பல வகைத் தனிமங்களின் அளவைப் பற்றிய திட்டமான சிந்தனை உருவம் பெற்றது.

இவ்வாறுதான் பூமி-ரசாயனம் [geochemistry] என்னும் விஞ்ஞானம் பிறந்தது. மனிதன் அதற்கு முன்னர் அறிந்திராத அதிசயக் கதைகளை அது கூறியது.

மெண்டலீஃப் அட்டவணையின் முதல் 26 பிரதிநிதிகள் மட்டுமே (ஹைடிரஜன் முதல் இரும்பு வரை) ஏறக்குறைய பூமியின் மேல் பொருக்கு [crust] முழுவதிலும் உள்ளனவோ என்று தோன்றுகிறது. மேல் பொருக்கின் எடையில், கருமியின் தருமம் போல், ஒரு சதவீதத்தில் 0.3% பாகத்தை மட்டும் மற்ற 67 தனிமங்களுக்கும் விட்டு, இவை 99.7% அளவு பங்கு பெறுகின்றன.

பூமியில் மிக அளவில் உள்ளது எது?

இரும்போ, தாமிரமோ, தகரமோ அல்ல.

இவை ஆயிரக்கணக்கான ஆண்டுகளாக மனிதனுல் பயன்படுத்தப்பட்டும் என்ன, இவை கிடைக்கும் அளவு மிக மிக அதிகமாக இருந்தும், ஏன் வற்ருத அளவினதாக இருந்தும் தான் என்ன? அளவின் மிக்கவை இவை எதுவுமே இல்லை. எல்லாவற்றையும் விட அதிகமான தனிமம் ஆக்ஸிஜன். ஒரு கத்பனைத்தராசின் ஒரு தட்டில் பூமியில் கிடைக்கும் ஆக்ஸிஜன் அனைத்தையும் வைத்து, மற்றதில் ஏனைய எல்லாத் தனிமங்களையும் வைத்தால், தட்டுகள் ஏறக்குறைய சமமாக நிற்கும். பூமியின் மேல் பகுதியில் பாதியளவு ஆக்ஸிஜனே. அது நீரிலும், வளிமண்டலத்திலும், எண்ணிறந்த பாறைகளிலும், பிராணிகளிலும், தாவரங்களிலும் எங்கும் இருக்கிறது. எதிலும் அது மிக முக்கியமான பாகம் வகிக்கிறது.

பூமியின் ''உறுதியமைப்பில்'' கால்பாகம் சிலிகன். அது அனங்ககத் தன்மைகளின் அடிப்படையாகும்.

மேலும் பூமியின் தனிமங்கள் பின் வரும் வரிசையில் அவற்றின் அளவிற்குத்தக்கபடி அமைந்துள்ளன: அலுமினியம், 7.4%; இரும்பு, 4,2%; கால்சியம், 3.3%; சோடியம், 2.4%; பொட்டாஷியமும் மக்னீஸியமும், ஒவ்வொன்றும் 2.35%; ஹைடிரஜன், 1.0%; டைடேனியம், 0.6%.

இவை நமது பூமியில் எல்லாவற்றையும் விட அதிகமாக உள்ள தனிமங்கள்.

பூமியில் மிகக் குறைவானவை எவை?

தங்கம், ப்ளாடினம், ப்ளாடினத் தனிமங்கள் மிகக் குறைவாகவே உள்ளன. அதனுல் தான் அவை மிகவும் உயர்வாக மதிப்பிடப்படுகின்றன.



ஆனால் இதிலொரு விநோதமான தோற்ற முரண்பாடு—என்னவென்றால், மனிதன் முதன் முதலில் அறிந்த தனிமம் தங்கம். ப்ளாடினமோ ஆக்ஸிஜன், சிலிகன், அலுமினியம் எதுவும் அறியப் படாத பொழுதே கண்டு பிடிக்கப்பட்டது.

உயர்ந்த தனிமங்களுக்கு ஒரு தனித்தன்மை உண்டு. அவை இயற்கையில் சேர்மங்களாக இருப்பதில்லை. சுய நிலையில் கிடைக்கின்றன. அவை களைத் தாதுக்களிலிருந்து உருக்கிப் பிரிக்க எந்தச் சிரமும் தேவை இல்லை. எனவே அவை வெகு காலத்திற்கு முன்னரே பூமியில் கண்டறியப்பட் டன.

எனினும் இவை அபூர்வத் தன்மைக்கான பரிசைப் பெறுவதில்லை. அப்பரிசை இரண்டாம் கதிரியக்கத் தனிமங்கள் அடைகின்றன.

இரண்டாம் கதிரியக்கத் தனிமங்களை நாம் அருவத் தனிமங்கள் எனக் கூறலாம்.

பூவேதியியல் நிபுணர்கள் பூமியிலுள்ள மொத்தப் பொலோனியத்தின் அளவு 9600 டன்கள் மட்டுமே என்று கூறுகிறார்கள். ராடானின் அளவு 260 டன்களே. 26 ஆயிரம் டன்கள் ஆக்டினியம் உள்ளது. ரேடியமும் ப்ரோடாக்டினியமும் இந்த அருவங்களுள் மிகப் பெரியவை. அவற்றின் அளவு மொத்தமாக 100 மிலியன் டன்கள். ஆனால் தங்கம், ப்ளாடினம் இவற்றுடன் ஒப்பிடும் போது இது மிகச் சிறிய அளவே. ஆஸ்டடைனும் ஃபிரான்ஸியமும் அருவங்களுடன் கூடச் சேர்க்கப்பட முடியாதவை. ஏனெனில் அவை மிகக் குறைவாக இருக்கின்றன. பூமியில் அவற்றின் அளவு நகைப் பூட்டுமளவு குறைவு. அவை மில்லிகிராம்கள் கணக்கில்தான் உள்ளன.

உலகில் மிக அபூர்வத் தனிமம் எது? ஆஸ்டடைன். இதன் மொத்த அளவு (பூமி முழுவதிலும்) 69 மில்லிகிராம்களே. இது பற்றி வேறு விமரிசனம் தேவையில்லை.

முதல் ட்ரான்ஸ்யுரேனியத் தனிமங்களான நெப்ட்யூனியம், ப்ளூடோனியம் ஆகியவையும் பூமியிலிருப்பதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இவை யுரேனியத்துக்கும், தனி நியூட்ரான்களுக்குமிடையே நிகழும் மிக அபூர்வ அணு வினைகளின் விளைவாகத் தோன்றுகின்றன. இவை "நாங்கள் நூற்றுக்கணக்கான, ஆயிரக்கணக்கான டன்கள் அளவில் உள்ளோம்," என்று பெருமை கொள்ளலாம். ஆனால் யுரேனியத்தினால் உண்டாகும் (யுரேனியம் தாழகச் சிதைந்து அதன் மையக்

கருக்கள் ஏறக்குறைய இரு சமபாகங்களாகப் பிரியக் கூடியது) ப்ரோமெதியமும் டெக்னீஷிய மும் பற்றி எதுவும் கூற முடியாது. விஞ்ஞானி கள் கண்டு பிடித்திருப்பது கட்புலனுகாத சிற் றளவில் டெக்னீஷியம் இருப்பதை. ப்ரோமெதி யத்தை யுரேனியத் தாதுக்களில் இன்னமும் தேடு கிருர்கள். பூமியில் உள்ள ப்ரோமெதியம், டெக் னிஷியம் இவற்றின் அளவை நிறுக்கக் கூடிய தராசு இனிமேல் தான் கண்டு பிடிக்கப்பட வேண்டும்.

இயற்கையில் நீதி உண்டா?

இன்று விஞ்ஞானிகள், எந்தத் தாது மண் ணிலும் இயற்கையில் அறியப்பட்ட எல்லாத் தனி மங்களும் காணப்படலாம் என்று கூறுகிருர்கள். இந்த விதி விலக்குகள் இல்லே. ஆனல் அவற்றில் விகிதம் தாதுவுக்குத் தாது பெருமளவில் வேறு படும். ஆனல் சில தனிமங்கள் அதிகமாகவும், சில குறைவாகவும் இருக்கக் காரணம் என்ன?

மூலக அட்டவணையில் எல்லாத் தனிமங் களுக்கும் சம உரிமைகள் உண்டு. ஒவ்வொன்றுக் கும் தனி இடம் உண்டு. ஆனல் பூமியில் இவை இருக்கும் அளவைப் பார்க்கும் பொழுது, இச் சம உரிமை காற்றில் பறந்து விடுகிறது.

மெண்டலீஃப் அட்டவணையின் இலேசான தனிமங்கள்—முதல் 30 பிரதிநிதிகள்—பூமியின் மேல் பொருக்கின் பெரும் பகுதியாக அமைகின் றன. ஆனல் அவற்றினுள்ளும் சமத்துவம் கிடை

யாது. சில அதிகமாகவும், சில குறைவாகவும் உள்ளன. உதாரணமாக, போரான், பெரில்லியம், ஸ்காண்டியம் ஆகியவை மிகவும் அரியவையான தனிமங்களே.

பூமி தோன்றிய காலத்திலிருந்தே அது நல்கும் தனிமங்களின் அளவு மாறி வந்திருக்கிறது. குறிப்பிடத்தக்க அளவு யுரேனியமும் தோரியமும் தங்கள் கதிரியக்கத்தினுல் மறைந்து விட்டன. உயர்குண வாயுக்களும் ஹைடிரஜனும் அதிக அளவில் விண்வெளித் தொலேவுக்குப் போய் விட்டன. ஆனுல் உலகின் பொதுவான தோற்றம் மாறிவிடவில்லே.

நமது காலத்திய விஞ்ஞானிகள், பூமியின் மேல் பொருக்கில் தனிமங்களின் அளவானது இலேசான தனிமங்களிலிருந்து, சுமார் கனமுள்ளவற்றுக்கும், அதன் பின் கனத்தவைகளுக்குமாக ஒழுங்காகக் குறைகிறது என்று எழுதியிருக்கிருர்கள். ஆனுல் எப்போதும் இப்படியல்ல. உதாரணமாக, மெண்டலீஃப் அட்டவணையின் பல இலேசான தனிமங்களேச் சேகரித்து வைத்து, மற்றவைகளின் அளவைப் பற்றிக் கவனிக்காமலிருந்திருப்பது அநியாயமல்லவா?

இல்லே. சில தனிமங்கள் அதிகமாகவும் மற்றவை குறைவாகவும் இருப்பதற்கான சில சட்டங்கள் இருக்கின்றன. உண்மையாகக் கூறினுல், நமக்கு இச்சட்டங்களே என்னவென்று இன்னமும் தெரியாது. ஆகவே அனுமானங்களேக் கொண்டு திருப்தியடைய வேண்டியிருக்கிறது.

தனிமங்கள் என்றுமிருந்தவை அல்ல. அண்டத்தின் பல பாகங்களில் தனிமங்கள் உண்டாக்

கப்படும் ஒப்புமையற்ற மகத்தான பெருவினை எப்போதும் நடந்து கொண்டே இருக்கிறது. இது பேரண்டத்தின் அமைப்பில் பொதிந்த தன்மை. பேரண்டத்தின் அணு வினையகங்கள், துரிதமூட்டி கள் தாரகைகளே. சில நட்சத்திரங்களின் ஆழ்ந்த உட்பகுதிகளில் தனிமங்கள் சமைக்கப் பெறுகின் றன.

கேள்விப்பட்டிராத உயர்ந்த உஷ்ண நிலை களும் கற்பனை செய்ய முடியாத அளவு அழுத்தங் களும் அங்கு ஆட்சி புரிகின்றன. அங்கு அடிப் படைச் சட்டங்கள் அணு வேதியியலின் சட்டங் கள். ஒரு தனிமத்தை அணுக்கரு வேதி வினையி னல் மற்றொன்ருக்குவது, இலேசானவற்றைக் கன மானவையாக மாற்றுவது இவையே அங்கு அமு லில் உள்ள விதிகள். சில தனிமங்கள் எளிதிலும், அதிக அளவிலும் உற்பத்தியாவதும், மற்றவை அவ்வளவு சுலபமின்றிக் குறைந்த அளவில் உண் டாக்கப்படுவதும் ஆகிய வகையில் இச்சட்டங் கள் அமைந்துள்ளன.

இது முழுவதும் பல்வேறு அணு மையக் கருக்களின் ஸ்திரத்தன்மையைப் பொருத்துள்ளது. இவ்விதத்தில் அணு வேதியியல் நிச்சயமான ஒரு கருத்தைக் கூறுகிறது. இலேசான தனிமங்களின் ஐசோடோப்புகளில் ஏறக்குறைய சம எண்ணுள்ள ப்ரோடான்களும் நியூட்ரான்களும் இருக்கின்றன. அவற்றில் இந்த அடிப்படைத் துகள்கள் மிக்க ஸ்திரமான அமைப்புக்களைப் படைக்கின்றன. எனவே தான் இலேசான மையக் கருக்களை இணைத்துச் சேர்ப்பது எளிதாக இருக்கிறது. பொதுவாக, இயற்கை கூடியவரை மிக்க ஸ்திர

மான அமைப்புக்களையே தோற்றுவிக்க விழைகிறது. இத்தனிமங்களை உண்டாக்குவது எளிது. ஆனால் இவை அதிக மின்னேற்றங்கொண்ட கருக்களை விளைவிக்கக் கூடிய வினைகளில் பங்கு பெறத் தயங்குகின்றன. பின்னதாகக் கூறிய அதிக மின்னேற்றவகைக் கருக்கள் ப்ரோடான்களை விட நியூட்ரான்களை அதிகமாகக் கொண்டவை. எனவே சுமார் கனமுள்ளவையும், கனத்த வையுமான மையக் கருக்கள் தங்களுடைய ஸ்திரத் தன்மையைப் பற்றி பெருமைப்படுவதற்கில்லை. அவை தற்செயல் நிகழ்வுகளின் விதிகளுக்குக் கட்டுப்பட்டுத் திடீர் மாறுதல் அடையும் தன்மையுள்ளனவாகவும் இருப்பதால் அதிக அளவில் சேமிப்பாக இருக்கக் கூடியவையல்ல.

அணு வேதியியலின் சட்டங்களின்படி மையக்கருக்களின் மேலுள்ள மின்னேற்றம் அதிகமாக ஆக, அத்தகைய மையக் கருக்களைச் சேர்த்தமைப்பது கடினம். எனவே அவை குறைவாகவே உண்டாக்கப்படுகின்றன.

நமது பூமியின் இரசாயனப் பகுதிப் பொருள் விகிதம் தனிமங்கள் முதன் முதல் தோன்றிய நிகழ்ச்சியை விளக்கும் இயக்கச் சட்டங்களின் மோனப்பிரதி அல்லது சொல்லற்ற சிந்தனை போல இருக்கிறது. இச்சட்டங்களை விஞ்ஞானிகள் முழுவதுமாக அறியும் போது, பல்வேறு தனிமங்களின் அளவு ஏன் இத்துணை வேறுபட்டு இருக்கிறது என்று நாம் புரிந்து கொள்ளுவோம்.

போலிக்கதிரவன் போன வழியிலே

கடந்த நூற்றுண்டில் எண்பத்தாம் ஆண்டுகளில் வேதி இயல் பத்திரிகைகளில் ஒன்று ஒரு விநோதமான கட்டுரையை வெளியிட்டிருந்தது. விஞ்ஞான உலகிற்கு அறிமுகமில்லாதவர் அதை எழுதியவர். தான் இரண்டு புதிய தனிமங்களே ஒரே சமயத்தில் கண்டறிந்ததாக அறிவித்திருந்தார். அவற்றுக்கு அவர் கோஸ்மியம், நியோகோஸ்மியம் என்ற தடபுடலான பெயர்களேக் கொடுத்தார். அந்த நாட்களில் புதிய தனிமங்களேக் கண்டு பிடித்தலென்பது ஒரு பெருவாரியான நிகழ்ச்சியாக இருந்தது: சில ஆராய்ச்சியாளர்கள் புதிதாகப் பிறந்த தனிமங்களுக்குப் பெயர் அளிக்கும் சிரமத்தைக் கூட எடுத்துக் கொள்ளாமல் கிரேக்க எழுத்துக்களால் குறிப்பிட்டனர்.

இந்தக் கண்டு பிடிப்புத் தொற்று நோயைக் கேலி செய்திருந்தார் கோஸ்மியத்தையும் நியோகோஸ்மியத்தையும் பற்றி எழுதியவர்! அவ்வளவே, அக்கட்டுரை ஒரு வகை ஏப்ரல்-முட்டாள் நகைச்சுவை. அந்த ஆசிரியரின் பெயர் கோஸ்மான்.

...மூலக அட்டவணையில் 104 தனிமங்கள் உள்ளன. உண்மையிலேயே 104 தனிமங்களேக் கண்டு பிடித்த விபரங்கள் விஞ்ஞானத்தின் சரித்திரத்தில் பதிவாகியுள்ளன. இந்தப் பட்டியலேத் தவிர, இதனுடன் ஒப்பிட முடியாத அளவு நீண்ட, பல நூறு பெயர்களேக் கொண்ட மற்ருெரு பட்டியல் உண்டு. இது பிறக்கும் பொழுதே செத்துப்

பிறந்த தனிமங்களின் ''மாதாகோயில் காலண்டர்''. இத்தனிமங்கள் தவறான கற்பனைகளினாலே, பரிசோதனைத் தவறுகளினாலோ, சில சமயங்களில் ஆராய்ச்சியாளர்களின் கவனமின்மையினாலோ பிறந்தவை.

புதிய தனிமங்களைக் கண்டு பிடித்தவர்கள் சென்ற பாதை, அடர்ந்த காட்டின் வழியே, குறுகிய வெடிப்புகளில் அடிக்கடி மறைந்து போகும் முள்ளடர்ந்த நெடிய பாதையைப் போன்றது. அதனை அடுத்தாற்போல் ஒரு பழக்கமான பாதை சென்றது. ஆனால் பின்னது போலிப் பரிதிகளின் வழி—அதாவது பொய்யான கண்டு பிடிப்புகளின் பாதை—ஆகும்.

இந்தப் பாதையில் எதிர்ப்பட்ட விநோதமான பொருள்களும், தோற்ற முரண்பாடுகளும் தான் எத்தனை? கோஸ்மான் சம்பவம் பெருங் கடலில் ஒரு சிறு துளி போன்றது.

க்ருக்ஸ் என்ற ஆங்கிலேயர் இட்ரியத்திலிருந்து மெடா-தனிமங்கள் [meta-elements] என்று அவரால் பெயரிடப்பட்ட பொருள்களைப் பிரித்தெடுத்தார். உண்மையில், அவை நீண்ட காலமாக அறியப்பட்ட தனிமங்களின் கலவைகளே.

ஸ்வீன் என்னும் ஜெர்மானிய விஞ்ஞானி பிரபல தூந்திர பிரதேசப் பயணியும் ஆய்வாளருமான நார்டென்ஸ்கியோல்ட் என்பவரால் க்ரீன்லாந்தின் பனி ஆறுகளிலிருந்து சேகரிக்கப் பட்டதும், வையவெளித் தூசி [cosmic dust] என்று கருதப்பட்டதுமான மண் இனங்களில் ட்ரான்ஸ்யுரேனியத் தனிமங்களைத் தேடினார். அந்தத் தூசிகளில் அணு எண் 108 கொண்ட



ஒரு தனிமத்தைக் கண்டு பிடிப்பதில் வெற்றி யடைந்ததாக அவர் சீக்கிரமே அறிவித்தார். வெகு சீக்கிரமே உண்மை அவரைத் திருப்பி அடித் தது. அந்த அதிர்ஷ்டமில்லாத விஞ்ஞானி, பாவம், ஒரு தவருன அறிமுறைக் கருத்திஞல் ஏற்பட்ட புத்திய மயக்கத்திலிருந்து விட்டார்.

சாவுக்கடலின் உயிரற்ற நீரில் நிர்.85, நிர். 87 என்ற தனிமங்களின் சுவடுகளைக் கண்டு பிடிப்பதற்காக ஒரு பிரத்யேகமான பயணத்தை ஏற்பாடு செய்த ஃப்ரீஹாண்ட் என்னும் ஆங் கிலேயரைப் பற்றி நினைவு கூராதிருக்க முடியாது. விஞ்ஞானிகள், அயோடின், சீஸியம் இவற்றின் கனமான ஒத்த தனிமங்களைப் பூமியில் ஏன் கண்டு பிடிக்க முடியவில்லை என்ற கேள்விக்கு விடை காண முடியாமல் திகைத்துக் கொண்டிருக்கை

யில், எல்லா இடங்களிலும் திடீரென்று அவை களைக் ''காண ஆரம்பித்த'' ஆலிஸன் என்னும் அமெரிக்கரையும் நினைவு கொள்ளத் தான் வேண்டும். அவர் அவற்றைத் தான் கண்டுபிடித்த எல்லாக் கரைசல்களிலும், தாது உப்புக்களிலும் புதிய முறையின்படி சோதித்துப் பார்த்தபோது கண்டார். அம்முறை, கடைசியில் தவறெனத் தெரிய வந்தது. பகுப்பாய்வு செய்பவரின் கண்களை அயரச் செய்து உருவெளித் தோற்றங்களை உண்டாக்கியது அவருடைய முறை.

மிகப் பெரிய மனிதர்கள் கூடப் பொய்ச் சூரியர்களின் பாதையில் சென்றதுண்டு. தவறுகளிலிருந்து அவர்கள் தப்ப முடியவில்லை. நியூட்ரான்களால் மோதப்பட்டால் உடனேயே ஒரே சமயத்தில் அநேக ட்ரான்ஸ்யுரேனியத் தனிமங்கள் யுரேனியத்தில் தோன்றின என்று இத்தாலியரான ஃபெர்மி எண்ணினார். உண்மையில் இவை யுரேனிய மையக் கருக்களின் சிதைவுத் துணுக்குகள், அதாவது மூலக அட்டவணையின் நடுவிலுள்ள தனிமங்கள்.

இந்த அபகீர்த்திப் பாதை இந்நாட்களிலும் கூட மறையவில்லை. 1958ல் ஸ்டாக்ஹோமில் ஒரு விஞ்ஞானிகளின் குழு அணு எண் 102 கொண்ட ஒரு புதிய தனிமத்தை உருவாக்கியது. டைனமைட்டைக் கண்டு பிடித்தவரின் நினைவாக அது நொபீலியம் என்று பெயரிடப்பட்டது. இந்த முடிவுகளைச் சோவியத், அமெரிக்கன் ஆராய்ச்சியாளர்கள் தவறென்று நிரூபித்தனர். இப்போது விஞ்ஞானிகள் வேடிக்கையாக நொபீலியத்தில் எஞ்சியுள்ளது எதுவெனில் அதன் குறியீடான

"No" என்பது தான் என்று கூறுகிறார்கள். எனினும், 102வது தனிமத்தின் ஐசோடோப்புகள் வேறு முறைகளினால் ஐயத்திற்கிடமின்றி ருஷ்யாவிலும் அமெரிக்காவிலும் உண்டாக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

நூற்று நான்கில் ஒன்று என்ன ஆயிற்று

இது ஒரு இரசாயனத் தனிமத்தின் தலைவிதியைப் பற்றிய சிறிய கதை.

அதன் முகவரி, அறை நிர். 92. அதன் பெயர் யுரேனியம்.

அப்பெயரே அதன் இயல்புகளைக் கூறுகிறது. எக்காலத்திலும், எந்த நாட்டிலும் மிகச் சிறந்த இரண்டு விஞ்ஞானக் கண்டுபிடிப்புகள் யுரேனியத்துடன் தொடர்புள்ளவை. அவை, கதிரியக்கத்தைக் கண்டு பிடித்ததும், கனமான மையக் கருக்களை நியூட்ரான்களினால் சிதையச் செய்ததுமான இரண்டுமே. அணு சக்தியை அடிமைப் படுத்துவதற்கான திறவு கோலை யுரேனியம் மக்களுக்கு அளித்தது. யுரேனியத் தனிமங்கள், டெக்னீஷியம், ப்ரோமெதியம் ஆகியவற்றை உண்டாக்க உதவி செய்தது.

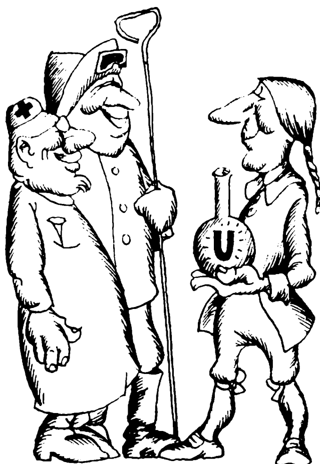
சரித்திர ஏடுகள் யுரேனியத்தின் வாழ்க்கை 1789 செப்டம்பர் 24ம் தேதி தொடங்கியதாகக் கூறுகின்றன.

இரசாயனத் தனிமங்கள் கண்டு பிடிக்கப் பட்ட வரலாற்றில் எல்லாவகை நிகழ்ச்சிகளும் உண்டு. சில சந்தர்ப்பங்களில் கண்டு பிடித்தவர் யாரென்றே தெரியாது. மாறாகச் சில தனி

மங்களில் ஒவ்வொன்றையும் கண்டு பிடித்தவர்களின் பட்டியல் மிகப் பெரியதாக இருக்கும். ஆனால் யுரேனியத்தின் ''ஞானப்பிதா'' யாரென்பது திட்டமாகத் தெரிந்துள்ளது. பகுப்பாய்வு வேதியியலைக் கண்டு பிடித்தவர்களில் ஒருவரான மார்ட்டின் ஹென்ரிஹ் க்ளாப்ராத் என்ற பெர்லின் விஞ்ஞானியே ஆவர். வரலாறு அவர் விஷயத்திலும் ஒரு குறும்பு செய்து விட்டது. அவர் நமது கதாநாயகனின் (யுரேனியம்) பல ''ஞானப் பிதா''க்களில் ஒருவர், அவ்வளவுதான்.

பிட்ச்ப்ளெண்டு [pitchblende] என்பது மனிதனுக்குப் பல காலமாகத் தெரிந்த பொருள்களில் ஒன்று. அது துத்தநாகம், இரும்பு ஆகியவற்றின் தாதுவாகக் கருதப்பட்டது. பகுப்பாய்வு விஞ்ஞானி, க்ளாப்ராத்தின் கூரிய பார்வை, அதில் முன் அறியப்படாத ஒரு தனிமம் கலந்துள்ளதை ஊகித்தது. சீக்கிரமே இந்த ஊகம் உண்மையாயிற்று. அப்புதிய தனிமம், உலோகத்தின் பளபளப்புடன் கூடிய கரிய தூளாகத் தோன்றியது. ஆங்கில வானூராய்ச்சியாளரான ஹெர்ஷல்லினுல் அப்போது தான் அண்மையில் கண்டு பிடிக்கப்பட்டிருந்தது, யுரேனஸ் என்னும் கோள் அந்நிகழ்ச்சியின் பெருமையை உணர்த்தும் வாயிலாக அத்தனிமத்திற்குப் பெயரிடப்பட்டது.

அதன் பிறகு அரை நூற்றுண்டுக்கு க்ளாப்ராத்தின் சாதனையை எவரும் சந்தேகிக்கவில்லை. ஐரோப்பாவின் பகுப்பாய்வு விஞ்ஞானிகளில் தலை சிறந்தவரது ஆராய்ச்சியைப்பற்றி கேள்வி கேட்க யாருமே துணியவில்லை. யுரேனியம் என்னும்



தனிமம் வேதி இயல் பாடப்புத்தகங்களின் பக்கங்களில் வீரனின் நடை பயின்றது.

1843ல் எஜேன் பெலிகோ என்னும் பிரெஞ்சு விஞ்ஞானியால் இந்த வெற்றி நடை தளர் நடையாக்கப்பட்டது. க்ளாப்ராத் கையாண்டது தனி யுரேனியம் அல்ல. அதன் ஆக்ஸைடே என்று நிரூபித்தார். பின்னர் பாரபக்ஷமற்ற வரலாற்று ஆசிரியர்கள் பெலிகோ யுரேனியத்தின் இரண்டாவது ''ஞானப்பிதா'' என்று எழுதினர்.

ஆனல் யுரேனியத்தின் ''தந்தை''களின் பட்டியல் இதனுடன் முடிவுகிறவில்லை. மூன்ருவது ''தந்தை'' டி. மெண்டலீஃப் ஆவார்.

முதலில் யுரேனியம் அட்டவணையில் பொருந்தவில்லை. மூன்ருவது தொகுதியில், காட்மியத்திற்கும் தகரத்திற்கும் நடுவில், இப்போது

இண்டியம் இருக்குமிடத்தில், அதற்கு இடமளிக்கப்பட்டது. இந்த இடம் யுரேனியத்திற்கு அதன் அணு எடையை அனுசரித்து அளிக்கப்பட்டதேயன்றி, அதன் குணங்களுக்காக அல்ல. குணங்களைப் பொருத்தவரையில் அந்தப் பெட்டியில் யுரேனியம் தாற்காலிகமாகத் தங்கும் ஒரு வேற்றுளைப் போன்றதே.

மெண்டலீஃப் யுரேனியத்தின் அணு எடை தவருகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்க வேண்டுமென்று முடிவு செய்து, அதனை 50% அதிகமாக்கிஞர். இது யுரேனியத்தை ஆருவது தொகுதியில் பொருத்தித் தனிம வரிசையிலேயே அதனைக் கடைசியாக்கியது. இவ்வாறு யுரேனியம் மூன்ரும் தடவையாகப் ''பிறந்தது''.

சீக்கிரமே ஆராய்ச்சியாளர்கள் மெண்டலீஃப் செய்தது சரிதானென்று நிரூபனம் செய்தனர்.

உனது இடம் எங்கே, யுரேனியமே?

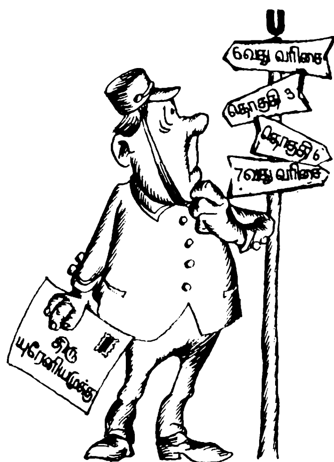
மெண்டலீஃபின் அட்டவணையில் இடமே இல்லாத தனிமங்களே கிடையாது. குறிப்பிட்ட இடம் இல்லாத தனிமங்கள் உள்ளன. உதாரணமாக, முதல் தனிமமாகிய ஹைடிரஜன் அத்தகையது. ஆராய்ச்சியாளர்களுக்குத் தனிமம் நிர். 1 முதல் தொகுதியிலிருக்க வேண்டுமா, அல்லது ஏழாவதில் இருக்க வேண்டுமா என்று இன்னும் சரியாகப் புலப்படவில்லை.

யுரேனியமும் அத்தகையதொரு நிலையில் தான் இருக்கிறது.

ஆனால் அதன் இடத்தை மாற்றத்திற்கிட மின்றிக் கண்டிப்பாகத் தீர்மானிக்கவில்லையா?

பல்லாண்டுகளாக யுரேனியமானது, க்ரோமியம், மாலிப்டினம், டங்ஸ்டன் ஆகியவை அடங்கிய குடும்பத்தில் ஒன்றாக ஆறாவது தொகுதியின் மிகவும் கனத்த அங்கத்தினனாக மூலக அட்டவணையில் இருப்பதைப் பல்லாண்டுகளாக யாருமே சந்தேகிக்கவில்லை. அதன் இடத்தைப் பற்றித் தவறு இருக்கவே முடியாது என்றே எண்ணப் பட்டது.

காலம் மாறியதும் தனிம வரிசையின் கடைசி, யுரேனியம் என்ற கருத்தும் தவறாகி விட்டது. மனிதனால் உருவாக்கப்பட்ட ட்ரான்ஸ்யுரேனியத் தனிமங்களின் ஒரு முழுப் படையே அதன் வலது பக்கத்தில் அணிவகுத்து நின்றன. அவை



யாவும் அட்டவணையில் இடம் பெற வேண்டியவையே. ட்ரான்ஸ்யுரேனியத் தனிமங்களுக்கு எந்தத் தொகுதிகளையும், எந்தப் பெட்டிகளையும் அளிப்பது? நீண்ட விவாதத்திற்குப் பிறகு பல விஞ்ஞானிகள், அவையாவும் ஒரே தொகுதியில், ஒரே பெட்டியில் ஒன்ருக வைக்கப்பட வேண்டுமென்று முடிவு செய்தனர்.

இந்த முடிவு எங்கிருந்தோ வந்து விடவில்லை. இத்தகைய நிகழ்ச்சி முன்னர் ஒரு முறை மூலக அட்டவணையில் நடந்துள்ளது. 6வது வரிசையில் 14 தனிமங்களாகிய லாந்தனைடுகள் அனைத்தும், லாந்தனத்துடன், மூன்ருவது தொகுதியில் வைக்கப்பட்டன.

பூதவியலறிஞர்கள் முன்பிருந்தே அடுத்த வரிசையிலும் இதனையொத்த நிகழ்ச்சி மீண்டும் நடக்கும் என்று கூறியிருந்தனர். ஏழாவது வரிசையில் லாந்தனைடுகளை ஒத்த தனிமங்களின் ஒரு குடும்பம் இருக்க வேண்டுமெனக் கூறினர்கள். இந்தக் குடும்பத்தின் பெயர் ஆக்டினைடுகள் [actinides] என்பது. ஏனெனில், அது ஆக்டினியத்தை அடுத்து உடனே ஆரம்பிக்கும். ஆக்டினியம், லாந்தனத்துக்கு நேர் கீழே இருக்கிறது.

எனவே, ட்ரான்ஸ்யுரேனியத் தனிமங்கள் யாவும் இந்தக் குடும்பத்தின் அங்கத்தினர்கள். அவைகள் மட்டுமல்ல. யுரேனியமும், அதற்கு மிக அருகில் இடது பக்கத்தில் உள்ள ப்ரோடாக்டினியமும் தோரியமும் கூடத்தான். அவை யாவும் ஆருவது, ஐந்தாவது, நான்காவது தொகுதிகளில் தங்கள் பழைய பழக்கப்பட்ட

டங்களை விட்டு, மூன்றாவது தொகுதிக்கு நகர வேண்டியிருந்தது.

ஏறக்குறைய ஒரு நூற்றாண்டுக்கு முன்னால் மெண்டலீஃப் இந்தத் தொகுதியிலிருந்து யுரேனியத்தை வெளியேற்றி விட்டார். இப்போது யுரேனியம் மீண்டும் அதில் புகுந்து விட்டது; அது மட்டுமல்ல, ''முழு உரிமைகளுடன்'' அல்லவா வந்து விட்டது. மூலக அட்டவணையின் சரிதத்தில் என்னென்ன விநோதங்களெல்லாம் நிகழ்கின்றன, பாருங்கள்!

பூதவியலறிஞர்கள் இப்படிப்பட்ட ஒரு நிலைக்கு மனம் ஒப்பிவிட்டனர். ஆனால் வேதியியலறிஞர்கள் அனைவருமே அதுவும் முழு மனதுடன் அப்படிச் செய்யவில்லை. ஏனெனில், யுரேனியம் மெண்டலீஃபின் காலத்தில் இருந்தது போலவே இப்போதும் அதே அளவு மூன்றாவது தொகுதிக்கும் அன்னியன் தான். சொல்லப் போனால், மூன்றாவது தொகுதி, தோரியத்திற்கும், ப்ரோடாக்டினியத்துக்கும் பொருத்தமானதும் அல்ல.

யுரேனியத்தின் இடம் எங்கே? இக்கேள்வி இன்னமும் விஞ்ஞானிகளிடையே விவாதத்துக்குரியதாகவே உள்ள.

தொல்பொருள் இயலில் சிறு கதைகள்

மனிதன் எப்போது இரும்பைப் பயன் படுத்த ஆரம்பித்தான்? விடை தன்னிலேயே விளக்கமுள்ளதாக இருக்கிறது: மனிதன் இரும்பை அதன் தாதுவிலிருந்து உருக்கிப் பிரித்தெடுக்கக் கற்ற போது தான். சரித்திர ஆசிரியர்கள் இந்த மகத்

தான நிகழ்ச்சியின் காலத்தைக் கூட (ஆதாவது பூமியில் ''இரும்பு யுகம்'' தொடங்கிய காலத்தை) தோராயமாக நிர்ணயித்துள்ளனர்.

ஆனால் உண்மையில் இரும்புக் காலம் மிகப் பண்டைய உலோக நிபுணர்கள் தங்கள் புராதன ஊது உலையில் முதல் கிலோகிராம் இரும்பை உண்டாக்கியதற்கு முன்னரே தொடங்கிவிட்டது, என்பது சிறந்த பகுப்பாய்வு முறைகளை அறிந்த வேதியியல் அறிஞர்களின் கருத்து.

நமது முன்னோர்களால் பயன்படுத்தப்பட்ட முதல் இரும்புத் துண்டுகள் உண்மையிலேயே ஆகாயத்திலிருந்து விழுந்தன. இரும்பு உற்கைகள் [meteorites] என நாம் அழைப்பவை, இரும்பைத் தவிர நிக்கலும், கோபால்டும் கொண்டவை. மிகப் பழமையான இரும்பு ஆயுதங்களைப் பகுத்துப் பரிசோதித்த போது, வேதியியலறிஞர்கள் அவற்றில் இரும்பின் அண்டை வீட்டுத் தனிமங்களாகிய கோபால்டும், நிக்கலும் கூட இருப்பதைக் கண்டனர்.

இந்த உலோகங்கள் பூமியிலுள்ள இரும்புத் தாதுக்களில் எப்போதுமே இருப்பதில்லை.

இந்த முடிவு எத்துணை சரியானது. இதில் கேள்விக்கிடமில்லையா! நூற்றுக்கு நூறு சரியானதென்று சொல்ல முடியாது... தொல்பொருள் ஆராய்ச்சி மிகவும் கடினமான விஷயம். இதில் நினையாதது எதிர் வந்து நிற்கும் நிலை எளிதில் நேரக்கக்கூடியது.

பழம்பொருள் ஆராய்ச்சியாளர்கள் ஒரு முறை வேதியியலின் வரலாற்றாசிரியர்களைத் திடீரென்று வியப்பில் ஆழ்த்திவிட்டனர்.

...1912 நேப்பிள்ஸுக்கு அருகில் பழமையான இடிபாடுகளிடையே தோண்டிக்கொண்டிருந்த போது, ஆக்ஸ்போர்டு பல்கலைக்கழகத்தைச் சேர்ந்த பேராசிரியர் குன்தர் வியக்கத் தக்க அழகுடைய கண்ணாடிக் கோலத்துண்டுக் கற்களைக் கண்டெடுத்தார். 2,000 ஆண்டுகளில் கண்ணாடியின் நிறம் மங்கியிருந்ததாகத் தோன்றவில்லை.

பண்டைய ரோமர்களால் பயன் படுத்துப் பட்ட வண்ணக் கலவையின் உட்பொருள் விகிதத்தைத் தீர்மானிக்க, குன்தர் இளம் பச்சை நிறமுள்ள இரண்டு மாதிரிக் கண்ணாடிகளை இங்கிலாந்துக்கு அனுப்பினர். அங்கு மாக்லே என்னும் வேதி இயலறிஞர்களின் கைகளுக்கு அவை வந்து சேர்ந்தன.

அதனைப் பகுத்தராய்ந்ததில் எதிர்பாராத எதுவும் தெரிய வரவில்லை. 1.5% அளவுள்ள ஏதோ அசுத்தம் இருந்தது. அதைப் பெரிது படுத்தத் தேவையில்லை. ஆனால் இந்த அசுத்தம் என்ன வென்று மாக்லேயால் கூற முடியவில்லை. நல்ல வேலையாக நிலைமை ஒழுங்குக்கு வந்தது. எப்படி?

எவரோ ஒருவருக்கு அந்த அசுத்தம் கதிரியக்கமுள்ளதா என்று பார்க்கத் தோன்றியது. இது அதிர்ஷ்ட வசமே. ஏனெனில் அந்த அழுக்கு உண்மையிலேயே கதிரியக்கத்தைக் காட்டியது. ஆனால் எந்தத் தனிமத்தின் கதிரியக்கம்?

வேதியியலறிஞர்கள் அந்த அழுக்கு யுரேனியம் ஆக்ஸைடாயிருக்கலாம் என்று தெரிவித்தனர்.

இது ஒரு கண்டுபிடிப்பா? இல்லை. யுரேனிய உப்புக்கள், நீண்ட காலமாகக் கண்ணாடிக்கு நிற

மளிக்கப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இதுவே யுரேனியத்தின் முதல் செய்முறைப் பயன்களி லொன்று. ஆனுல் ரோமர்களின் கண்ணுடிகளில் யுரேனியம் ஒரு தற்செயலான கலப்படம் என்பது தெளிவு.

அப்போதைக்குக் கதை ஒரு முடிவெய்திய தாகத் தோன்றியது. ஆனுல் பல ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் இந்த மறக்கப்பட்ட உண்மையை அமெ ரிக்கப் பழம் பொருள் அராய்ச்சியாளரும், வேதி யியலறிஞருமான கெல்லி என்பவர் அறிந்தார்.

விரிவான ஆராய்ச்சிகள், மீண்டும் மீண்டும் பகுத்தாய்தல், பல்வேறு குறிப்புக்களே ஒப்பிடு தல், ஆகிய எல்லாவற்றுக்கும் பிறகு பண்டை ரோமர்களின் கண்ணுடியில் யுரேனியம் இருப்பது வழக்கமான விஷயம். ஏதோ விதி விலக்குப் போன்றது அல்ல என்று கெல்லி முடிவு செய் தார். ரோமர்களுக்கு யுரேனியத் தாது உப்புக் களைப் பற்றித் தெரியும். அவர்கள் அவைகளே நடைமுறையில், முக்கியமாகக் கண்ணுடிக்கு நிற மூட்டுவதற்குப் பயன் படுத்தினர்.

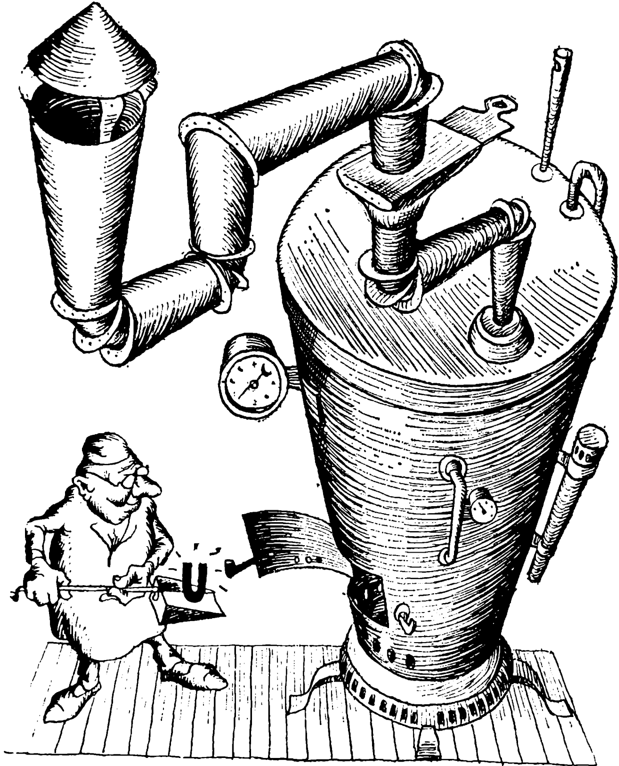
ஒரு வேளே யுரேனியத்தின் வாழ்க்கைச் சரி தம் இங்கு தான் தொடங்குகிறது போலும்.

யுரேனியத்தின் தொழில்கள்

இருபதாம் நூற்ருண்டில் மூலக அட்டவணே யின் 92வது தனிமம் மிகப் புகழடைந்ததாகி விட்டது. ஏனெனில் யுரேனியம் தான் முதல் அணு உலேயை ஆரம்பித்து வைத்தது. மனித னுக்கு அது, அடிப்படையிலேயே புதிய மாதிரி யான ஒரு சக்திக்குத் திறவு கோலே அளித்தது.

இப்போது யுரேனியம் அதிக அளவில் உற்பத்தியாகிறது. உலகில் 40,000 டன்களுக்கு மேல் ஒரு ஆண்டில் உற்பத்தியாகிறது. இது காறும் அணுசக்திப் பொறியியலின் தேவைகளுக்கு இது போதுமானதாயிருக்கிறது.

ஆனல் இதில் 5% யுரேனியத்திற்கு அதிக [illegible] நேரிடையாகப் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை



என்பது வியப்பளிக்கிறது அல்லவா? மீதமுள்ள 95% கழிவு யுரேனியம் எனப்படுகிறது. அது நேரிடையாகப் பயன்படுத்தப்பட முடியாது. ஏனெனில் முக்கியமான அணு உலை எரி பொருளான யுரேனியம்-235 அதில் மிகச் சிறிதளவே உள்ளது.

ஆனால் பூவியல் நிபுணர்கள் சுரங்க வேலைக் காரர்கள், வேதியியலறிஞர்கள் ஆகிய அனைவரது உழைப்பும் வீணுகச் செலவழிகிறது என்று இதன் பொருளோ?

கவலைப் பட வேண்டாம். யுரேனியத்திற்கு ''அணுசக்தியைத் தவிர'' வேறு பல தொழில்கள் உண்டு. சிறப்பாகக் கற்றிராதவர்கள் அவைகளைப் பற்றி மிகவும் சிறிதளவே அறிந்து உள்ளனர். இது வருந்தத் தக்கது. யுரேனியம் உயிரியல் அறிஞர்களின் கவனத்தை ஈர்த்துள்ளது. சரியான தாவர வளர்ச்சிக்கு நிர். 92 இன்றியமையாததெனக் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளது. உதாரணமாக, அது காரட், பீடி, சில பழங்கள் ஆகியவற்றின் சர்க்கரையினளவைக் குறிப்பிடத் தக்க அளவு அதிகரிக்கச் செய்கிறது. யுரேனியம் பயனுள்ள நுண்ணுயிர்கள் மண்ணில் வளர உதவுகிறது.

விலங்குகளுக்கும் யுரேனியம் அவசியம். ஒரு சுவராஷ்யமான பரிசோதனையில் எலிகளுக்கு ஓராண்டுக்குச் சிறு அளவில் யுரேனிய உப்புக்கள் அளிக்கப்பட்டன. இதனால் அவற்றின் உடலில் அத்தனிமத்தின் அளவு மாறவில்லை. தீமை ஏதும் ஏற்படவில்லை. ஆனால் அப்பிராணிகளின் எடை ஏறக்குறைய இருமடங்காயிற்று.

அதி முக்கியமான, வாழ்வுக்குத் தேவையான

தனிமங்களாகிய ஃபாஸ்பரஸ், நைட்ரஜன், பொட்டாஷியம் ஆகியவை உடம்பினுள் தன்மயமாவதற்கு யுரேனியம் உதவுகிறதென ஆராய்ச்சியாளர்கள் நம்புகின்றனர்.

மருந்துவத்திலும் யுரேனியம்? இது இத்தனிமத்தின் மிகமிகப் பழமையான உபயோகம் ஆகும். அதன் உப்புக்களை நீரழிவு, சரும வியாதிகள், கட்டிகள் [tumours] போன்ற பல நோய்களுக்குச் சிகிச்சை செய்யவும் பயன்படுத்த முயற்சிகள் இருந்திருக்கின்றன. அவை முழுவதும் வெற்றியடையாமலில்லை. ''யுரேனியச் சிகிச்சை'' [uranium therapy] இப்போது மீண்டும் பழக்கத்தில் இருக்கிறது.

உலோக இயலில் யுரேனியத்திற்கு ஒரு புதிய பயன் இருக்கிறது. இரும்புடன் அதன் கலவையான ஃபெர்ரோயுரேனியம் என்பது ஆக்ஸிஜனையும், நைட்ரஜனையும் நீக்குவதற்காக எஃகுடன் [steel] சேர்க்கப்படுகிறது. ஃபெர்ரோயுரேனியம் சேர்த்துச் செய்யப்பட்ட எஃகு மிகக் குறைந்த உஷ்ணநிலைகளில் செயல்பட முடியும். யுரேனியம்-நிக்கல் எஃகுகள், ''அக்வா ரீஜியா'' ["aqua regia"] (நைட்ரிக், ஹைடிரோக்ளோரிக் அமிலங்களின் கலவை) போன்ற வீரியமுள்ள வினைபுரி பொருளைக்கூட எதிர்த்து நிற்கிறது.

கவனத்தை ஈர்ப்பதும், தனித்தன்மை பொருந்தியதுமான மற்றொரு வேலைப்பகுதி என்னவெனில் யுரேனியமும், அதன் சேர்க்கைப் பொருள்களும் அநேக இரசாயனக் கிரியைகளில் கிரியா ஊக்கிகளாகப் பங்கு எடுத்துக் கொள்ளுகின்றன. நைட்ரஜன் ஹைடிரஜன் இணைந்து அம்

மோனியா வாயு தயாராகும் வேதிவினை சில சமயங்களில் யுரேனியம் கார்பைடு என்னும் பொருளைக் கொண்டு நிறைவேற்றப்படுகிறது. யுரேனியம் ஆக்ஸைடு ஆக்ஸிஜனால் மீதேனை ஆக்ஸிகரணப்படுத்துதல், கார்பன் மானாக்ஸைடு ஹைடிரஜன் இவற்றிலிருந்து மெதில், எதில் ஆல்கஹால்களைத் தயாரித்தல், அஸிடிக் அமிலம் தயாரித்தல் ஆகியக் கிரியைகளை ஊக்கி விரைவாக்குகிறது. யுரேனிய ஊக்கிகளின் உதவியினால் பெறப்படும் அங்ககச் சேர்மங்கள் கொஞ்சமல்ல.

யுரேனியத்தில் வேதியியல் மிக விரிவானது. அது தனது சேர்மங்களில் 6, 5, 4 அல்லது 3 இணைதிறன் கொண்டதாக இருக்கலாம். வெவ்வேறு இணைதிறன் கொண்ட யுரேனியச் சேர்மங்கள் மிகவும் வேறுபாடு உள்ளனவாகின்றன. எனவே அதன் வேதியியல் நான்கு வெவ்வேறு தனிமங்களின் வேதியியலை ஒன்றாகச் சேர்த்தது போன்றது.

கட்டி முடியாத கட்டிடம்

மூலக அட்டவணையையும், அதனை ஆக்கிய சிறந்த கட்டிட நிபுணரையும் பற்றி அநேக நல்ல விஷயங்களை நாம் கூறியுள்ளோம். ஆனால் அக் கட்டிடம் முடிவுறவில்லை என்று நமக்குத் திடீரெனத் தோன்றியது. அதன் ஏழாவது அடுக்கு பாதிக்கு மேல் கட்டப்பட்டுள்ளது. அதில் 32 இடங்கள் இருக்க வேண்டும். ஆனால் 17 தான் இது வரை தயாரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மேலும் அங்கு குடியேறியுள்ள சொந்தக்காரர்கள் விநோதமான இயல்புள்ளவர்கள். அவர்கள் அங்கு உண்மை

பூமியிலேயே வசிக்கிருர்களா, இல்லையா என்று உங்களால் நேரிடையாகக் கூற இயலாது. இது ஒரு மெய்யோ பொய்யோ என்று ஐயம் தரும் குழப்பமான உலகம்.

வேதியியல், பூதவியலறிஞர்கள் மூலக அட்டவணைக்குத் தர்க்க ரீதியான முடிவு இருக்கிறதா என்ற பிரச்சினையை நீண்ட காலமாக விவாதித்துள்ளனர். எளிதாக்கிக் கூறினுல், கடைசித் தனிமத்தின் அணு எண் என்னவாக இருக்கும்?

40 ஆண்டுகளுக்கு முன் 137 என்ற எண் பௌதிகவியல் புத்தகங்களிலும், கருத்துச் செறிந்த விசேஷமான கட்டுரைகளிலும் தோன்றத் தொடங்கியது. ஒரு முன்னணி விஞ்ஞானி, ''மாஜிக் எண் 137'' என்ற தலைப்புள்ள சிறிய புத்தகம் ஒன்றை எழுத முன் வந்தார். இந்த எண்ணின் குறிப்பிடத் தக்க தன்மை என்ன?

அணுக்களில் மையக் கருவுக்கு மிக மிக அண்மையிலுள்ள எலக்ட்ரான் ஷெல் எப்போதுமே அதிலிருந்து ஒரே தூரத்தில் இருப்பதில்லை. அணு மின்னேற்றம் அதிகமாக ஆக, ஷெல்லின் ஆரம்பம் [radius] குறைகிறது. எனவே யுரேனியம் அணுவில் இந்த ஷெல் பொட்டாஷியத்தில் உள்ளதைவிட மையக் கருவுக்கு அதிக அண்மையில் உள்ளது. கடைசியாக ஒரு குறிப்பிட்ட நிலை வாய்ந்தவுடன் மையக் கருவும், அதற்கு மிக அருகில் உள்ள ஷெல்லும் ஒரே அளவுடையதாகின்றன. இப்போது இந்த ஷெல்லில் உள்ள எலக்ட்ரான்களுக்கு என்ன நேரும்?

அவை மையக்கருவின் மேலேயே விழுந்து,

அதனுல் விழுங்கப்படும். ஆனுல் மையக்கருவினுள் ஒரு எதிர் மின்னேற்றத்தின் ஊடுருவலானது மையக் கருவின் மொத்த நேர் மின்னேற்றத்தின் அளவை ஒரு அலகு குறைக்கிறது. எனவே, புதிதாகத் தோன்றிய தனிமத்தின் அணு எண் தாய்த் தனிமத்தின் அணு எண்ணை விட ஒரு அலகு குறைவாக இருக்கும்.

ஆகவே நாம் தனிமங்களின் கடைசி எண்ணுக்கு வந்து விட்டோம். பெரிய வீட்டின் கடைசித் தனியறையின் எண் 137.

பத்து ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் பௌதிகவியல் அறிஞர்கள் இதில் ஒரு தவற்றைக் கண்டுபிடித்தனர். மிகவும் துல்லியமாகக் கணக்கிட்டதில், மையக்கருவின் மின்னேற்றம் 150க்கு அருகில் வந்து விட்டால் எலக்ட்ரான் அதன் மேல் மோதிவிழும் என்று தெரிந்து கொண்டார்கள்.

பெரிய வீட்டை முழுமையாகக் கட்டி முடிப்பதற்கான எதிர்கால வாய்ப்புகள் எத்துணை ஒளிமயமாகத் தெரிகின்றன பாருங்கள்! எவ்வளவு புதிய தனிமங்கள், எவ்வளவு எதிர்பாராத கண்டுபிடிப்புகள் வேதியியலறிஞர்களுக்காக காத்திருக்கின்றன! மெண்டலீஃபினுல் ஸ்தாபிக்கப்பட்ட வீட்டினுள் குடியேற அனுமதி பெறுவதற்காக 40 எதிர்காலப் பிரஜைகள் காத்திருக்கின்றன.

துரதிருஷ்டவசமாக இது ஒரு கனவேயன்றி வேறல்ல. கவர்ச்சி மிக்க, ஆனுல் நடைமுறையில் எய்த முடியாத கற்பனையே.

கடைசித் தனிமத்தின் அணு எண்ணைக் கணக்கிடும் போது விஞ்ஞானிகள் மிக முக்கியமான ஏதோ ஒன்றைக் கவனியாது விட்டிருக்

கின்றனர். அவர்கள் அதனை மறந்து விட்டார் களென்பதில்லை.

அவர்கள், கதிர் இயக்கம் இல்லாவிடில், அல்லது அதிக மின்னேற்றங்களுள்ள மையக் கருக்களும், பூமியில் உள்ள அநேகத் தனிமங் களிலிருப்பது போல் ஸ்திரமானவையாக இருந் தால் என்ன நேரிடும் என்று காண விரும்பினார் கள்.

கதிரியக்கமானது பிஸ்மத்தைவிடக் கனமான தனிமங்களைப் பொருத்தவரை ஒரு சர்வாதிகாரி போன்றது. அது சில தனிமங்களுக்கு நீண்ட ஆயுள் காலத்தை அளித்து, மற்றவைகளைச் சில கனங்களுக்கு மட்டுமே வாழ விடுகிறது.

104ஆம் தனிமமாகிய, குர்சடோவியத்தின் பாதிச் சிதைவு காலம் 0.3 விநாடிகளே.

105, 106ஆம் தனிமங்கள் பற்றி என்ன? அவைகளின் அரை ஆயுட்காலங்கள் இன்னும் குறுகியவையாகவே இருக்கலாம். அதற்கு மேல் போகும் போது சிறிது கடந்தவுடன் புதிய தனி மத்தின் மையக்கரு, அது பிறக்கும் முன்னரே சிதைந்து விடுகிறது. முடிவுக் கோட்டை அடை கிறோம். 110ஆம் தனிமம் வரை வந்தாலே நாம் அதிர்ஷ்டசாலிகள்...

இயற்கையையும், அதன் கண்டிப்பான பௌ திக விதிகளையும் தான், மெண்டலீஃப் அட்ட வணை முற்றுப் பெறுமலிருப்பதற்காக நாம் குறை கூற வேண்டும்.

இருந்த போதிலும் எத்தனை முறை மனி தன் இயற்கையை வெற்றி கண்டுள்ளான்?

தற்கால ரசவாதிகளைப் புகழும் ஒரு பாடல்

மத்திய காலத்தின் துரதிர்ஷ்டம் பிடித்த ரசவாத அறிஞர்கள் ஸ்பானிய குருமார்களின் நீதிஸ்தலம் பிறப்பித்த உத்தரவின் [Inquisition] படி கொடுமைப்படுத்தப்பட்டு, சிதையில் கொளுத்தப்பட்டனர்.

இன்றைய "அணு" ரசவாதிகளின் பெயர்கள் மரியாதையுடன் குறிப்பிடப்படுகின்றன, நோபல் பரிசுகளும் அவர்களுக்கு அளிக்கப்படுகின்றன.

முன்னவர் அதிகமாக நம்பினர். தாங்கள் என்ன செய்கிறோமென்று அறியவில்லை. அவர்களது கொள்கை, தோத்திரங்கள், தொழுகைகள், மர்மமான ஞானிகளின் கல்லின் மந்திர சக்தி வாய்ந்த தன்மைகளில் உள்ள குருட்டு நம்பிக்கை ஆகிய இவைகளில் அடங்கிருந்தது.

பின்னர் கடவுளையோ, சாத்தானையோ நம்பவில்லை. அவர்கள் மனித மூளையின் சக்தியையும், மனிதக் கைகளின் எல்லையற்ற திறமையையும் நம்புகிறார்கள். பரந்து விரிந்த பௌதிக பூதவியலும், கணிதமும் பெரும் துணிவினால் மேற்கொள்ளும் அனுமானங்களும், கருதுகோள்களும் உள்ளடங்கிய பிழையற்ற திறம்புதலில்லாத பௌதிக அறிமுறைகளையே அவர்கள் ஒப்புக்கொள்கின்றனர்.

நமது காலத்திய ரசவாதிகள் மிகக் கனத்த தனிமங்களின் இராச்சியத்திற்குள் புகுவதற்கு முயன்று வருகிறார்கள்.

ஆனால் இவர்கள் ஆகாயக் கோட்டை கட்டுபவர்களை ஒத்தவராக்கி விடாதா? அணு எண்

110க்கு அருகாமையிலுள்ள தனிமங்களுக்குக் கதிரியக்கம் அளித்த ஆயுட்காலம் மிகவும் கடுமையானது என்று நாம் சற்று முன்னர் கூறியுள்ளோம்.

இது உண்மைதான். எனினும் சிறிது வேறு விதமும் தான். டென்மார்க்கின் சிறந்த பௌதிக இயலறிஞர், நீல்ஸ் போர் ''பைத்தியக்காரத்தனமான'' எண்ணங்கள் பயக்கும் நன்மை பற்றி பேசினர். அவைகளால் தான் அண்டத்தைப் பற்றிய தற்கால அனுமானங்களைப் புரட்சிகரமாக மாற்ற முடியும் என்பது அவரது அபிப்பிராயம்.

அதிகனத் [super-heavy] தன்மங்களை உண்டாக்க முயலுபவர்களும், அத்தகைய எண்ணங்கள் உடையவர்களே. இந்த எண்ணங்கள், சார்புத் தத்துவத்தை [theory of relativity] விட அதிகப் ''பைத்தியக்காரத்தனமான''வை அல்ல என்று நாம் துணிந்து கூறுகிறோம். அவை தீர ஆலோசிக்கப்பட்டு, சரியான பௌதிக அடிப்படை கொண்டவையாக, கவனமாகக் கணக்கிட்டு சரி பார்க்கப்பட்டுள்ளன.

அதிக மின்னேற்றமுள்ள மையக் கருக்களின் இராச்சியத்தில் ''ஸ்திர நிலை தீவுகள்'' ["stability islands"] என்று சொல்லக் கூடியவை இருக்க வேண்டுமென்பதே இந்தக் கொள்கைகளின் சாரம் ஆகும். இத்தீவுகளிலுள்ள தனிமங்கள் கதிரியக்கச் சிதைவுக்கு உட்படாதவை என்று இதன் பொருள் அல்ல. ஆனல் அவை தங்கள் அண்டைத் தனிமங்களை விட நெடிய காலம், அதாவது தொகுப்பு முறையில் உண்டாக்கப்படுவதோடு மட்டுமன்றித் தங்கள் முக்கிய குணங்களை

ஆராயத் தக்க அளவு நேரம் வாழ்கின்றன.

இந்தத் தீவுகளிலொன்று, அணு எண் 126 கொண்ட தனிமம் ஆகும்.

இதுவரை கூறியது யாவும் அறிமுறையே இனி செய்முறையில் தான் 126ஆம் தனிமத்தைத் தயாரிக்க வேண்டும்.

அணு வேதியியலின் பழைய முறைகளெல்லாம் பயனில்லை என்பது தெளிவாகி விட்டது. நியூட்ரான்கள், ட்யூட்ரான்கள், ஆல்ஃபா துகள்கள், ஆர்கான், நியான், ஆக்ஸிஜன் போன்ற இலேசான தனிமங்களின் அயனிகள் இவற்றில் எதுவுமே இதில் பயன்பட முடியாது. ஏனெனில் இங்கு பொருத்தமான இலக்குத் தனிமம் கிடையாது. கிடைக்கக் கூடிய எல்லாத் தனிமங்களும் 126 என்ற அணு எண்ணிலிருந்து மிகவும் தொலைவில் உள்ளன.

எனவே பிரத்யேகமான முறைகள் கண்டு பிடிக்கப்பட வேண்டும். இப்போது விவாதிக்கப் பட்டு வரும் ஒரு புதிய முறையானது, யுரேனியத்தை யுரேனியத்துடன் மோதச் செய்வது—அதாவது யுரேனியம் அயனிகள் விசேஷித்த இயந்திர ஊக்கியால் உந்தப்பட்டு, ஒரு யுரேனிய இலக்கின் மீது அதி வேகத்துடன் எறியப்படுவது.

இதன் பலன் என்னவாகும்? இரண்டு யுரேனிய மையக் கருக்களும் ஒரு மிகச் சிக்கலான கருவாக இணைகின்றன. யுரேனியம் 92 மின்னேற்றம் கொண்டது. அதனால் இந்தப் பூதாகாரமான கரு 184 மின்னேற்றம் கொண்டதாக இருக்கும். அது நிலைத்திருக்க முடியாதது மட்டுமல்ல. நிலைத்திருக்க உரிமையும் அதற்குக் கிடையாது. ஆகை

யால் அது அக்கணத்திலேயே இரு வெவ்வேறு பொருள் திணிவுகளும் [masses] வெவ்வேறு மின்னேற்றங்களும் கொண்ட இரண்டு துண்டு களாக உடையும். இவற்றில் ஒன்று 126 மின் னேற்றமுடைய கருவாக இருக்கலாம்...

இது தான் விஷயம். என்றோ ஒரு நாள் இது நடைமுறையில் உண்மையாகி விடும், என் பதை உணராவிடில் நாம் தவறு செய்தவர் களாவோம். வாழ்க்கை என்பது இத்தகையதே.

அறிவின் எல்லையிலே

மனிதன் இயற்கையின் மீது மிகப் பெரிய வெற்றி கொள்ளுவான். அது சரித்திரத்திலேயே மிகப் பெரியதாக இருக்கலாம். இது எப்போது நிகழுமென்று எவரும் அறியார். ஆனால் அது நிச்சயமாக நிகழும்.

அவன் கதிரியக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்த அறிந்து கொள்வான். அவன் உறுதியில்லாத தனி மங்களை உறுதியானவையாக்குவான். உறுதியான வற்றை உறுதியற்றதாக்குவான். மிக்க உறுதி யான மையக்கருக்களைத் தானாகச் சிதையச் செய்யவும் அவனால் முடியும்.

இந்தப் புனைவு கோள் விஞ்ஞான கற்பனை எழுத்தாளர்களால் கூட இன்னும் கையாளப் படவில்லை. விஞ்ஞானிகளும் புரிந்து கொள்ளாத பாவனையில் தோற்களைக் குலுக்கிக் கொள் கின்றனர். இதுவரை அவர்களால் கதிரியக்க தோற்றப்பாடுகளைக் கட்டுப்படுத்த அறிமுறை யிலோ அல்லது செய்முறையிலோ வழிகளைக் கண்டுபிடிக்க முடியவில்லை.

ஒரு விஞ்ஞானக் கற்பனைப் புத்தகத்தின் ஆசிரியர் பொருத்தமாகக் கூறியது போல், மேற்கூறிய வழிகள் ஒரு அணுசக்தி உற்பத்தி நிலையம் ஒரு குரங்கு மனிதனுக்கு எப்படியோ, அப்படி நமக்கு ஆழங்கான முடியாதவையாகத் தோன்றலாம். அத்தகைய வழிகள் கண்டு பிடிக்கப்படுமென்று நாம் நம்பிக்கை இருக்கிறோம்.

நமது நம்பிக்கை உண்மையாகிவிட்ட மாதிரி வைத்துக் கொள்ளுவோமே. அப்போது அதிகமனத் தனிமங்களை உண்டாக்குவது ஒரு பிரச்சினையாக இராது. விஞ்ஞானியின் வசம் டஜன்கணக்கில் பெரிய வீட்டின் புதிய குடிஜனங்கள் இருப்பார்கள். வேதி இயலறிஞர்கள் அவைகளைப் பற்றி நன்கு அறிய முழு மூச்சுடன் இறங்குவார்கள்.

அவர்கள் எதிர்பாராததை எதிரில் சந்திப்பார்கள்.

யோசித்துப் பார்த்தால், ''எதிர்பாராத'' என்பது சரியான சொல் அல்ல. ஏனெனில் நமக்கு என்ன எதிர்பார்க்க வேண்டும் என்பது இப்போது தெரியும்.

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட அணு எண் 126 கொண்ட தனிமத்தின் தன்மைகளை நம்மால் முன்னதாகக் கூற முடியுமா?

சுலபமாகக் கூற முடியும்.

பொதுவாகச் சொல்லுங்கால், மூலக அட்டவணையை நம் நமது விருப்பம் போல் மனதாலேயே எவ்வளவு தூரம் வேண்டுமானால் தொடர முடியும். அதன் அமைப்பின் பொதுவான பௌதிகத் தத்துவம் நன்கு புரிகிறது. அறிவிற் சிறந்த

ஒருவர் எங்களில் ஒருவருக்கு ஆயிரம் தனிமங் களடங்கிய ஒரு அட்டவணையைப் பற்றி விவ ரித்துக் காட்டினார். "ஏன் ஓராயிரத்துடன் நின்று விட்டது, இரண்டு அல்லது பத்து ஆயிரங்களாக இருக்கலாமே?" எனக் கேட்டபோது அந்த "அறி வாளி", "காகிதம் போதுமான அளவு பெரி தாக இல்லை..." என்று சற்றுக் குழப்பத்துடன் பதிலளித்தார்.

ஆனால் அது மற்றொரு விநோதமே. 126ஆம் தனிமத்தைப் பொருத்த வரையில், அது ஒரு புதிய, மிக விநோதமான, வேதியலறிஞர்கள் இதுவரை கண்டிராத தனிமக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்ததாக இருக்குமென்று நிச்சயமாகவும், உண்மையாகவும் கூற முடியும்.

அக்குடும்பம் நிர். 121 உள்ள தனிமத்தில் ஆரம்பிக்கும். அதனுடைய 18 உறுப்பினரும், ஒன்றையொன்று ஒத்தவையாக நமது பழைய நண்பர்களான லாந்தனைடுகளைக் காட்டிலும், அவற்றோடு ஒப்பிட முடியாத அளவு ஒத்தவை யாக இருக்கும். பெரிய வீட்டின் இந்த விநோதக் குடிகள், ஒரே தனிமத்தின் ஐசோடோப்புகளை விட ஒன்றிலிருந்து மற்றது மாறுபட்டவையாக இருக்க மாட்டா!

இந்தக் குடும்பத்தின் எல்லாத் தனிமங்க ளின் 3 வெளி அணு ஷெல்கள் ஒன்று போலிருப் பது தான் இதற்குக் காரணம். இவற்றுக்குள் இருக் கும் நான்காவது ஷெல் தான் இவ்வரிசையில் மெதுவாக நிரப்பப்படும். அப்படியானால் இர சாயன குணங்களில் குறிப்பிடுமளவு வேற்றுமை யை எதிர்பார்க்க முடியுமா?

இப்புத்தகத்தின் கதைகளில் ஒன்று ''பதி ஞன்கு இரட்டையர்கள்'' என்ற தலைப்பைக் கொண்டது. மேலே கூறிய கற்பனைக் குடும்பத் தின் குணங்களை நாம் வர்ணிக்க முயன்ருல் அதற்கு ஒரு பெயர் கண்டு பிடிக்க ஆழ்ந்து சிந்திக்க வேண்டியிருக்கும். நான் அதனை ''ஒரே மாதிரி யான 18 தனிமங்கள்'' என்று அழைக்கலாம். ''இரட்டையர்'' என்ற சொல் இந்த விஷயத்தில் பொருந்தாது.

ஆனால் இப்புத்தகம் விஞ்ஞானக் கற்பனை யல்ல. ஆகவே அவற்றைப் பற்றிய திட்டமான வர்ணனைகளைப் பொருத்தமான காலம் வரை ஒத்தி போடுவோம்...

அது சரி, மூலக அட்டவணையில் இந்த ''ஒரே மாதிரியான'' 18 தனிமங்கள் எவ்வாறு பொருத்த வேண்டும்?

உண்மையைக் கூறினுல், நமக்கே இந்த விஷ யம் விளக்கமாகப் புரியவில்லை. லாந்தனைடுகள், ஆக்டினைடுகளின் நிலைமை பற்றியே இன்னும் சர்ச்சை அதிகமாக இருந்து வருகிறது. எளிதான இந்த விஷயமே இன்னும் தீர்ந்தபாடில்லையே.

நாங்கள் உங்களுக்கு நீண்ட ஆயுளை வேண்டு கிறேம். ஆனால் மூலக அட்டவணையில் இந்த 18 தனிமங்களுக்கு இடம் ஏற்படுத்துவது நடை முறையில் கவனத்துக்குரிய பிரச்சினையாகும் கா லம் வரை நமது வாசகர்களில் எவரும் உயிர் வாழ்வார்களென்று நாம் நினைக்கவில்லை. நமது வாசகர்களின் அடுத்த சந்ததிகள் அல்லது அடுத்த பல தலைமுறைகளோ இந்தப் பிரச்சினையைத் தீர்க்க வேண்டியவர்களாவர்கள்.

மூலகப்பதிவேடு

ஒரு காலத்தில் ஒரு கோணல் புத்திப் பயல் இருந்தானும். விண்மீன்களேயும் அவற்றின் அமைப்புகளேயும், அவை ஏன் ஒளி விடுகின்றன என்பதையும் பற்றி அவனுக்கு கூறியபோது, அவன் ''இதை எல்லாம் நான் புரிந்து கொள்கிறேன். வெவ்வேறு நட்சத்திரங்களின் பெயர்களே வானுராய்ச்சியாளர்கள் எவ்வாறுதான் கண்டு பிடித்தார்கள் என்று தான் நான் அறிய விரும்புகிறேன்,'' என்று ஆச்சரியப்பட்டானும்.

நட்சத்திரப் பட்டியலில் நூருயிரக்கணக்கான பெயரிடப்பட்ட விண்ணகவாசிகள் இருக்கின்றன. ஆனல் ''பெடெல்கேஸ்'' அல்லது ''சிரியஸ்'' போன்ற அழகிய பெயர்கள் எல்லா நட்சத்திரங்களுக்கும் அளிக்கப்பட்டிருக்கிறதென்று எண்ணுதீர்கள். வானுராய்ச்சியாளர்கள் நட்சத்திரங்களே எழுத்துக்களும் எண்களும் கலந்த ஒரு விதக் குறியீட்டினுல் குறிப்பிட விரும்புகிருர்கள். அவ்வாறு செய்யாவிடில் மிகுந்த குழப்பமாக இருக்கும்! அந்தக் குறியீட்டிலிருந்து, ஒரு நிபுணனுல் சுலபமாக ஒரு நட்சத்திரத்தை இனங்கண்டு, அதன் நிறமாலே வகுப்பையும் நிர்ணயிக்க முடியும்.

இரசாயனத் தனிமங்களின் எண்ணிக்கை நட்சத்திரங்களினுடையதை விட, மிக மிகக் குறைவு தான். ஆயினும் இங்கும் சில சமயங்களில் அவற்றின் பெயர்கள் பின்னுல் அவற்றைக் கண்டுபிடித்த மனங்கவர் கதைகள் மறைந்துள்ளன. புதிய தனிமம் ஒன்றைக் கண்டு பிடித்த வேதியியல் அறி

ஞர்கள் ''புதிதாகப் பிறந்த'' தனிமத்துக்குப் பெயர் கண்டு பிடிக்க முடியாமல் பல சமயங்களில் திணறியிருக்கிறார்கள்.

அந்தத் தனிமத்தின் தன்மைகளை ஓரளவேனும் குறிப்பிடக் கூடிய ஒரு பெயரை ஆலோசிக்க வேண்டியது முக்கியமாக இருந்தது. அப் பெயர்கள் காரணப் பெயர்களாக இருந்தன. அழகிய பெயர்கள் என்று கூற முடியாது. உதாரணங்கள்: ஹைடிரஜன் (''நீர் உண்டாக்குவது'' என்பதன் கிரேக்கச் சொல்), ஆக்ஸிஜன் (''அமிலம் உண்டாக்குவது''), ஃபாஸ்பரஸ் (''ஒளி சுமப்பது''). இப்பெயர்கள் இத்தனிமங்களின் முக்கியமான தன்மைகளைக் குறிக்கின்றன.

சில தனிமங்களின் பெயர்கள் சூரிய மண்டலத்தின் கோள்களின் பெயர்களிலிருந்து வந்தவை. உதாரணங்கள் ஸெலீனியம், டெல்லூரியம் (சந்திரன், பூமி ஆகியவற்றின் கிரேக்கச் சொற்கள்), யுரேனியம், நெப்ட்யூனியம், ப்ளூடோனியம்.

மற்ற பெயர்கள் புராணக் கதைகளிலிருந்து எடுக்கப்பட்டவை.

இவைகளில் ஒன்று டான்டலம். ஜீயஸ்ஸின் [Zeus] பிரிய மகனான டான்டலஸ் கடவுளுக்குச் செய்த தீங்கிற்காகக் கொடூரமாகத் தண்டிக்கப் பட்டான். அவன் கழுத்தளவு தண்ணீரில் நிற்க வைக்கப்பட்டான். அவனுக்கு மேல் நல்ல மணமும் சாறும் உள்ள பழங்களுடன் கூடிய கிளைகள் தொங்கின. ஆனால், அவன் தாகத்தைத் தணித்துக் கொள்ள விரும்பிய போதெல்லாம் தண்ணீர் அவனை விட்டு விலகிச்சென்று விடும்.

அவன் தன் பசியைத் தீர்த்துக் கொள்ள விழைந்து பழத்தைப் பறிக்கக் கையை நீட்டிய போதெல் லாம் கிளைகள் அவனிடமிருந்து விலகி ஆடும். டான்டலம் என்ற தனிமத்தை அதன் தாதுக்க ளிலிருந்து பிரித்தெடுப்பதற்கு முன் விஞ்ஞானி கள் பட்ட கஷ்டங்களை, ஜீயஸ்ஸின் மகனின் அனு பவங்களுடன் ஒப்பிடலாம்...

டைடேனியம், வனேடியம் என்னும் பெயர் களும் கிரேக்கப் புராணங்களிலிருந்து தான் வந் தன.

பல நாடுகள், கண்டங்களின் பெயரால் அழைக்கப்படும் தனிமங்களும் இருக்கின்றன. உதாரணம்: ஜெர்மானியம், கால்லியம் (ஃபி ரான்ஸின் பண்டைய பெயரான கால் என் பதிலிருந்து,) பொலோனியம் (போலந்து), ஸ்காண் டியம் (ஸ்காண்டிநேவியா), ஃபிரான்ஸியம், ருதீனி யம் (ருதேனிய என்பது லத்தீனில் ருஷ்யாவின் பெயர்), யூரோப்பியம், அமெரீஸியம். மற்ற சில தனிமங்கள் நகரங்களின் பெயரால் அழைக்கப் பட்டன. அவையாவன: ஹாஃப்னியம் (கோபன் ஹான்), லுடீஷியம் (லுடீஷியா என்பது பாரி ஸின் லத்தீன் பெயர்), பெர்க்லியம் (பெர்க்லி என்ற அமெரிக்க நகரத்தின் பெயரிலிருந்து), இட் ரியம், டெர்பியம், எர்பியம், இட்டெர்பியம் (இட்டர்பி ஸ்வீடன் நாட்டிலுள்ள சிறிய நகரம்; இங்கு இத்தனிமங்கள் கொண்ட தாது உப்புக் கள் முதலில் கண்டு பிடிக்கப்பட்டன).

முடிவாக சில தனிமங்களின் பெயர்கள் சில சிறந்த விஞ்ஞானிகளின் பெயர்களை அமரத்தன்மை பெறச் செய்வதற்காக அளிக்கப்பட்டன. க்யூ

ரியம், ஃபெர்மியம், ஐன்ஸ்டைனியம், மெண்ட லீவியம், லாரென்ஸியம் ஆகியவை.

பண்டைய காலத்திய தனிமங்களின் பெயர் கள் தோன்றிய விதத்தைப் பற்றி இன்னமும் விஞ்ஞானிகளிடையே சர்ச்சை இருந்து வருகி றது. கந்தகம், இரும்பு, தகரம் ஆகியவை அப்பெயர்களால் ஏன் அழைக்கப்படுகின்றன என்று இது வரை ஒருவருக்கும் தெரியாது.

மூலகங்களின் பெயரேட்டில் எவ்வளவு விநோதங்களைக் காணுகிறோமென்று பாருங்கள்!

பாம்பின் வாயில்
அதன் வால்



வேதியியலில் உட்கருவாய்யமைந்த மெய்ப்பாடுகள்

உலகில் நம்மை சூழ்ந்துள்ள யாவுமே இரசாயனச் சேர்மங்கள்; மிகப் பல வகைகளில் தனிமங்கள் இயைவதனுல் இவை உண்டாகின்றன.

பூமியிலுள்ள பொருள் தொகுதியில் மிக மிகச் சிறிய பாகமே தனித் தனிமங்களின் வடிவில் உள்ளது—அதாவது உயர்ந்த (மந்த) வாயுக்கள், ப்ளாடினம் உலோகங்கள், தனது பல வடிவங்களில் கரி. அநேகமாக அவ்வளவோடு சரி.

பன்னெடுங்காலத்துக்கு முந்தையை தொண்மையில், ஒரு கால், நமது புவியென்றும், வடிவத்தை இறுதியில் அடைந்த அண்டவெளித் துகட்பகுதி சுமார் 100 தனிமங்களின் தனி அணுக்களாகவேஇருந்திருக்குமோ! பலநூறு ஆயிரம், மிலியன் ஆண்டுக்கணக்கில் காலம் கடந்த பொழுது நிலையும் மாறியது. தனி அணுக்கள் ஒன்ருெடொன்று வேதி வினையில் இணைந்தன. இயற்கையென்னும் மகத்தான சோதனைச் சாலையில் வேலை தொடர்ந்து நடந்தது. தனது நெடிய பரிணமப் பாதையில் முன்னேறும் பொழுது, இயற்கையென்னும் வேதியியல் அறிஞன், எல்லா வகைப்பட்ட பொருள்களையும் தயாரிக்கக் கற்றுக் கொண்டான்—எளிதான நீரின் மூலக்கூறு முதல், மிக மிகச் சிக்கலான புரோட்டீன் மூலக்கூறு ஈருக.

புவியும், அதில் தோன்றிய உயிர் வகைகளும் பரிணம முறையில் வளர்ச்சியுற்றது, பெரும்பாலும் வேதியியலினுல் அல்லவா?

வேதிச் சேர்மங்கள் எண்ணிறந்த வகைகளில் தோன்றியது, வேதி வினைகள் நிகழ்ந்ததனால் தான். இவ்வேதி வினைகளே, வேதியியல் விஞ்ஞானத்தின் கருவாய் அமைந்த மெய்ப்பாடுகள், வேதியியல் சிறப்பாக விரிந்துரைக்கும் பொருளும் இவையே, ஒரு விநாடி நேரத்துக்குள் உலகில் நிகழும் வேதி வினைகளின் எண்ணிக்கையைத் தோராயமாகக் கூடக் கணக்கிட்டுக் கூறுவது, இயலாத காரியம்.

உதாரணமாக, ''விநாடி'' என்ற சொல்லை ஒருவன் உச்சரிக்க வேண்டுமானால், அதற்காக அவன் மூளையில் பல வேதி வினைகள் நடந்தாக வேண்டும். நாம் மொழிவதும், சிந்திப்பதும், இன்புறுவதும், கவலையுறுவதும் ஆகிய எல்லாச் செயல்களும் பல மிலியன் வேதி வினைகளின் பின்னமைப்பில் நிகழ்பவையே. நாம் இவ்வினைகளைக் காணுவதில்லை என்பது உண்மைதான். ஆயினும் நாம் நாடோறும் கண் கூடாகக் காணும் மிகப் பல வேதி வினைகளும் உண்டு. சாதாரணமாகத் தோன்றும் இவ்வினைகளைப் பற்றி நாம் சிந்திப்பது கூட இல்லை.

...உதாரணமாக, ஒரு கோப்பையிலுள்ள கெட்டியாகத் தயாரிக்கப்பட்ட தேநீரில் ஒரு எலுமிச்சம் பழத் துண்டைப் போட்டால் தேநீரின் நிறம் வெளிர்த்து விடுகிறது. ஒரு தீக்குச்சியைக் கிழித்தால், அது சுவாலையுடன் எரிந்து கருகிப் போகிறது.

இவை வேதி வினைகளே.

முதன் முதலில் தீ மூட்டக் கற்றுக்கொண்ட ஆதி மனிதனே முதல் வேதி வினையாளன். எரி

தல் என்ற முதல் வேதி வினையைத் தனதிச்சைப் படி நடத்திக் கொண்டது அவனது சாதனை யாகும். மனிதர்களின் வரலாற்றிலேயே மிகவும் முக்கியமானதும், இன்றியமையாத் தன்மை கொண்டதுமான வேதி வினை மேற்கூறியதே.

நமது பண்டைக் காலத்திய மூதாதையருக்கு குளிர் அதிகமாயிருந்த நாட்களிலெல்லாம், தாம் வாழுமிடங்களைக் கதகதப்பாக்கிக் கொள்ளத் தேவையான வெப்பத்தை அளித்தது, மேலே குறிப்பிட்ட (எரிதல் என்னும்) வேதி வினை. இக் காலத்தில், பல டன் எடையுள்ள ராக்கெட்டுகளை வானத்தில் உந்திச் செலுத்தித் தொலைவிலுள்ள அண்டவெளிக்குச் செல்லப் பாதையமைத்துக் கொடுத்ததும், இதே வேதி வினைதான். ப்ரோ மெதியஸ் உலகினருக்குத் தீயின் நற்பயனை வழங்கியதாகக் கூறும் புராணக் கதை, முதன் மைச் சிறப்பமைந்த இந்த வேதி வினையின் புராணக் கதையே.

எளிய, அல்லது சிக்கலான கட்டமைப்புள்ள பொருள்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று வினைபுரியுங்கால், பொதுவாக நாம் அவ்வினை நிகழ்வதை அறிந்து கொள்ளும் விதத்தில் தான் அது நடைபெறு கிறது.

கந்தக அமிலக் கரைசலில் ஒரு துத்தநாகத் துண்டைப் போடுங்கள். வாயுக் குமிழிகள் அத் துண்டிலிருந்து உடனே கிளம்பத் துவங்குகின் றன. சிறிது பொழுது தான் பின் உலோகத் துண்டு மறைந்து விடுகிறது. துத்தநாகம் அமிலத்தில் கரைந்து, ஹைடிரஜனை விடுவிக்கிறது. இவ்வேதி

வினை நிகழ்ந்த விதத்தை நாம் நேரில் பார்க்க முடிகிறதல்லவா!

அல்லது ஒரு துண்டு கந்தகத்தைக் கொளுத்துங்கள். அது நீல நிறச் சுவாலையுடன் எரிகிறது. சல்பர் டையாக்ஸைடு வாயுவின் மூச்சு முட்டச் செய்யும் மனத்தை நம்மால் நுகர முடிகிறது. கந்தகம் ஆக்ஸிஜனுடன் இணையும் போது தோன்றுவது சல்பர் டையாக்ஸைடு.

நீரற்ற தாமிர சல்பேட் $CuSO_4$ என்னும் வெண் பொடியில் நீர் ஊற்றி ஈரமாக்கினால், அது உடனே நீலமாகி விடுகிறது. அந்த உப்பு நீருடன் இணைந்து, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ மயில் துத்தம் என்னும் பொருளின் படிகங்களாகிறது. இவ்வகையான பொருள்களுக்கு படிவ ஹைட்ரேட்டுகள் [crystal hydrates] எனப்பெயர்.

சுட்ட சுண்ணும்பை நீற்றல் என்பது என்ன தெரியுமா? நீரைச் சுட்ட சுண்ணும்பில் ஊற்றினால் நீர்த்த சுண்ணும்பு $Ca(OH)_2$ என்னும் பொருளைப் பெறுகிறோம். இதில் நிறமாற்றம் ஏதுமில்லை என்றாலும், ஒரு வேதி வினை நிகழ்ந்து விட்டதை எளிதில் அறிய முடிகிறது. ஏனெனில் சுட்ட சுண்ணும்பில் நீர் ஊற்றும் பொழுது பெருமளவில் வெப்பம் வெளிவருவதைக் காண்கிறோம்.

வேதி வினைகள் நிகழும் பொழுதெல்லாம் வெப்ப சக்தி உறிஞ்சப்படுகிறது அல்லது வெளிவிடப்படுகிறது என்பது தான் அவற்றின் தலைசிறந்த விதி விலக்கற்ற அடையாளமாகும். சில சமயங்களில் வெளிவிடப்படும் வெப்பம் மிக அதிகமாயிருப்பதனால், தொட்டுப் பார்ப்பதனாலேயே உணர முடிகிறது. வேறு சமயங்களில் வெளி

வரும் வெப்பம் அளவில் குறைந்ததாயிருக்கும் பொழுது, பிரத்யேகமாகச் சில அளவை முறைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டியிருக்கிறது.

மின்னலும் ஆமையும்

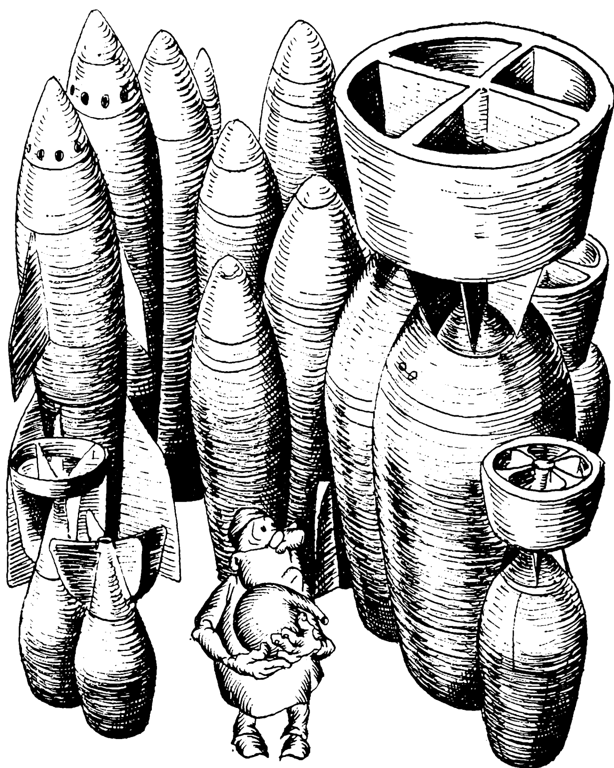
எதுவுமே திடீரென்று வெடித்துத் தகர்தல் என்பது ஒரு பயங்கரமான நிகழ்ச்சி. ஏனெனில் ஒரு விநாடிக்கும் குறைவான கால அளவிலேயே வெடித்தல் என்னும் செயல் நடைபெற்று விடுகிறது.

ஆயினும் வெடித்தல் என்பது என்ன? அது ஒரு சாதாரணமான வேதி வினைதான். பெரும் அளவில் வாயுக்கள் வெளிவிடப்படும் ஒரு வினை. ஒரு நொடிக்குள் நடந்துவிடக்கூடிய வேதிவினைகளுக்கு ஒரு உதாரணம் வெடித்தல் என்பது—வெடி மருந்து [dynamite] வெடித்தலும், ஒரு தோட்டாவின் கூட்டிலுள்ள துப்பாக்கி மருந்து வெடித்தலும் இவ்வகையின.

வெடித்தல் என்னும் வேதி வினை பொதுவாக வேதி வினைகளுக்கே ஒரு எல்லை வகுப்பது போல் அமைந்துள்ளது. பெரும்பாலான வேதி வினைகள் இவ்வளவு குறைந்த கால அளவில் நடைபெறுவதில்லை. அவற்றுக்கு சிறிது நேரம் தேவைப்படுகிறது.

மிகவும் மெதுவாக நடைபெறும் பல வேதி வினைகள் உள்ளன. அவை நிகழ்வதையே நாம் கண்டு பிடிக்க முடியாது.

...ஒரு கண்ணாடிக் கூட்டில், நீரின் பகுதித் தனிமங்களான, ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன் என்



னும் இரு வாயுக்களின் கலவை இருப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம். அவை அப்படியே நெடுங் காலம்—ஒரு மாதமோ, வருடமோ, ஒரு நூற்றுண்டுக் காலமோ ஆன போதிலும்—கண்ணுடிக் கூட்டின் மேல் ஒரு திவலை நீர் கூடப் படிந்திருப்பதை நாம் காண முடியாது. ஹைடிரஜன் ஆக்ஸிஜனேடு இணையவோ இல்லையோ என்று கூட

நமக்குத் தோன்றும். ஆயினும் இரு வாயுக்களும் மிகவும் மெதுவாக இணைந்து கொண்டுதான் இருக்கின்றன. கூட்டின் அடிப்பாகத்தில் கூர்ந்து கவனித்தால் மட்டுமே தென்படக்கூடிய அளவு நீர் தோன்றுவதற்குப் பல்லாயிரக்கணக்கான ஆண்டுகள் ஆக வேண்டும்.

ஏன் இப்படி? வெப்ப நிலைதான் காரணம். நமது அறையின் வெப்ப நிலையில் (15-20°C) ஹைடிரஜனும், ஆக்ஸிஜனும் மிகவும் மெதுவாகத் தான் வினையில் ஈடுபடுகின்றன. ஆயினும் அவை கலந்துள்ள கூட்டை நாம் சூடு படுத்தினுல், அக்கூட்டின் சுவர்களின் மேல், வியர்வை போன்ற நீர்ப்படிவு காணப்படுகிறது. 550°C வெப்ப நிலையில் கண்ணுடிக் கூடே வெடித்து சிறு துணுக்குகளாகத் தகர்ந்து போகிறது. ஏனெனில் இந்த வெப்ப நிலையில் ஹைடிரஜனும் ஆக்ஸிஜனும் வெகு வேகமாக வினை புரிகின்றன.

வெப்பம் என்பது ஏன் இவ்வேதி வினையை இவ்வளவு விரைவாக்குகின்றது—''ஆமை''யை மின்னல் வேகத்தில் நகரச் செய்வது போல?

தனித்த நிலையில் ஹைடிரஜனும் ஆக்ஸிஜனும் H_2, O_2 என்ற மூலக்கூறுகளாக உள்ளன. அவை இணைந்து நீரின் மூலக்கூறு ஆவதற்கு முன், அவ்விரு மூலக்கூறுகள் ஒன்றுடன் ஒன்று மோதிக் கொள்ள வேண்டும். இத்தகைய மோதல்கள் எவ்வளவுக்கு அடிக்கடி (அதிக எண்ணிக்கையில் நடைபெறுகின்றனவோ), அவ்வளவுக்கு நீரின் மூலக்கூறுகள் தோன்றுவதற்கான வாய்ப்பும் அதிகமாகின்றது. அறையின் வெப்ப நிலையில், சாதாரணமான அழுத்த நிலையில் ஒவ்வொரு ஹைடிர

ஜன் மூலக்கூறும் பல ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகளுடன் 10 பிலியனுக்கும் அதிகமான மோதல்களில் ஈடு படுகிறது. ஒவ்வொரு மோதலுமே வேதிப் பிணைப் பில் முடியுமானுல் இந்த வேதி வினை வெடித்தலை விட விரைவாக நிகழ்ந்து விடும்—அதாவது ஒரு விநாடியில் 10 பிலியனில் ஒரு பங்கெனும் கால அளவிற்குள் நடைபெறும்.

ஆயினும் சாதாரண வெப்ப நிலையில் கண் ணுடிக் கூட்டில் நாம் எவ்விதமான மாற்றத்தை யும் காண முடிவதில்லை—இன்றென்ன, நாளை என்ன, இன்னும் பத்தாண்டுகளான பின்னும் கூட மாற்றம் இல்லை. ஏனெனில் சாதாரண நிலையில் மிக மிக அபூர்வமாகத் தான் மோதல்கள் வேதி வினையை விளைவிக்கின்றன. ஹைடிரஜனும், ஆக் ஸிஜனும் மூலக்கூறுகளாயிருக்கும் வடிவில் மோ தல்கள் நிகழ்வது தான் வேதி வினைக்கு இடர் பாடாக இருப்பது.

வேதி வினை நடக்கும் முன் அவை தனி அணுக் களாகப் பிரிய வேண்டும். இதை இன்னும் சரி யாகக் கூறப்புகின், ஆக்ஸிஜன், ஹைடிரஜன் மூல கூறுகளிலுள்ள வேதிப் பிணைப்புகள் பலம் குன்றி யவையாகச் செய்யப்பட வேண்டும். அதாவது வேறுபட்ட அணுக்களாகிய ஆக்ஸிஜன், ஹைடி ரஜன் அணுக்கள் இணைவதைத் தடுக்க முடியாத அளவிற்கு மேற்கூறிய வேதிப் பிணைப்புக்கள் பல மிழக்க வேண்டும். வெப்ப நிலைதான் வேதி வினை யை விரைவாக்க வல்ல சவுக்கைப் போன்றது. அது மூலக்கூறுகளின் மோதல்களைப் பன்மடங்கு அதிகரிக்கச் செய்கிறது. அவற்றின் அதிர்வுகளின் வீச்சினளவை மிகையுறுத்தி வேதிப் பிணைப்புகளை

வலுவிழக்க வைக்கிறது. ஹைடிரஜனும், அக்ஸிஜன் தனி அணுக்களாயிருக்கும் நிலையில் ஒன்றையொன்று சந்திக்குமாயின் அக்கணமே வினை புரிகின்றன.

மந்திர மதிற்சுவர்

இப்படிக் கற்பனை செய்து பாருங்களேன்!

ஹைடிரஜனும் ஆக்ஸிஜனும் கலக்கப்பட்ட அக்கணமே நீரின் ஆவிதோன்றி விடுவதாக, அல்லது ஒரு இரும்புத் தகட்டின் மீது சாற்றுப்பட்ட மாத்திரத்திலேயே அது செம்பழுப்பு வண்ணம் கொண்ட துருவினல் மூடப்படுவதாக—மேலும், சில நிமிடங்களில் பளப்பளப்பான திடப் பொருள் வடிவில் இருந்த இரும்பு என்னும் உலோகப் பொருள் நெகிழ்ந்து உதிரும் ஒரு பொடி அதாவது இரும்பு ஆக்ஸைடாக மாறுவதைக் கற்பனை செய்யுங்கள்!

உலகில் உள்ள வேதி வினைகள் அனைத்தும் மூச்சுவிடும் முன் நடந்து விடும். மூலக்கூறுகள் அனைத்தும் ஒன்றேடொன்று வினை புரிதல் வெகு வேகமாக முடிந்து விடும். அவைகள் கொண்டுள்ள சக்தியைப் பொருத்தாயிராது இவ்வினை வேகம். மூலக்கூறுகளின் ஒவ்வொரு மோதலும் வேதிப் பிணைப்பைத் தோற்றுவிக்கும்.

உலகின் மேற்பரப்பிலுள்ள உலோகப் பொருள்கள் அனைத்தும் மறைந்து போகும்—ஏனெனில் அவைகள் ஆக்ஸிகரணமடைந்து விடும். சிக்கலான கட்டமைப்புள்ள அங்ககப் பொருள்கள், உயிர் பிராணிகளின் செல்[cell]களில் இருப்பவை உள்ளிட்ட பொருள்கள் அனைத்தும்,

மாறுதலை அடைந்து, அதிக ஸ்திர நிலையில் உள்ள எளிய பொருள்களாகி விடும்.

இது ஒரு விநோதமான பரிச்சயமற்ற உலகத்தைப் பற்றிய கற்பனை. இத்தகைய உலகத்தில் வேதியியலுக்கு வேலை இல்லை—மிகுந்த ஸ்திரத்தன்மை கொண்ட சேர்மங்கள் மட்டுமே உள்ள ஒரு மாய உலகம் இது—இதிலுள்ள சேர்மங்கள் எவ்விதமான வேதி வினையிலும் ஈடுபடும் போக்கற்றவை.

நல்ல வேளையாக இத்தகைய தீய கனவுப் பேய் எதுவும் நம்மை அச்சுறுத்தவில்லை. வையத்தை இத்தகைய பேரழிவு அணுகாமற் காக்கிறது ஒரு மந்திர மதிற்சுவர்.

அந்தச் சுவரின் பெயர் வினையூக்கத் திறன் [activation energy]. மூலக்கூறுகள் அவ்வற்றின் வினையூக்கத் திறனுக்குச் சமமான அல்லது அதிகமான சக்தி கொண்டிருந்தாலல்லது வேதி வினைகளில் பங்கு கொள்ள முடியாது.

சாதாரண வெப்ப நிலையிலும் கூட சில மூலக்கூறுகள் (உதாரணமாக ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன் கலவையிலுள்ள சில மூலக்கூறுகள்) அவற்றின் வினையூக்கத் திறனுக்கு சமமான அல்லது அதை மிஞ்சிய சக்தியுடையவையாக இருக்கின்றன. அதனால் தான் இத்தகைய நிலையிலும் கூட நீர் மிக மெதுவாக உற்பத்தியாகிக் கொண்டேயிருக்கிறது—மிக மிக மெதுவாகத்தான். ஏனெனில் போதுமான அளவில் சக்தியடைத்த மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை வெகு குறைவு. ஆனால் அதிகரித்த வெப்ப நிலை பல மூலக்கூறுகளை வினையூக்கத் திறனென்னும் சுவரின் உச்சி மட்டத்

திற்கு உயர்த்தி விடுகிறது. ஆகவே ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகள் வேதி முறையில் இயையும் நிகழ்ச்சிகளும் பெரும் அளவிற்கு அதிகரித்து விடுகின்றன.

பாம்பின் வாயில் அதன் வால்

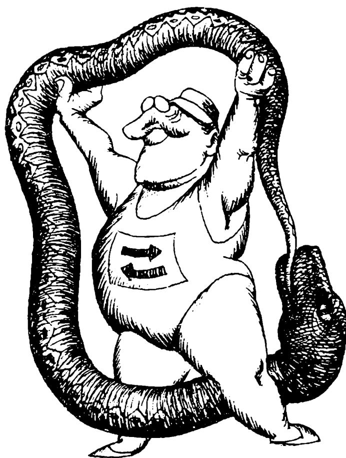
மருத்துவத் துறைக்கென்று ஒரு தனிப்பட்ட அடையாளக் குறி உண்டு. பண்டைக்காலம் தற்காலத்துக்கு வழங்கியது அது. இன்று பல்வேறு நாடுகளின் இராணுவ மருத்துவர்கள் தங்கள் தோற்புறத்தின் வார்களில் (பட்டைகளில்) ஒரு அடையாளச் சின்னம் அணிகிறார்கள். ஒரு தடியை அல்லது ஒரு கோப்பையின் தண்டைச் சுற்றிக் கொண்டிருக்கும் பாம்பின் உருவம் தான் அச்சின்னம்.

இதே போல வேதியியலிலும் ஒரு சின்னம் உண்டு. வாலைத் தன் வாயிலும் கொண்ட ஒரு பாம்பின் வடிவம் அது.

பண்டைக்காலத்து மக்களின் மதக் கோட்பாடுகளில் பல வகைப்பட்ட மர்மமான அடையாளக் குறிகள் இருந்தன. அவற்றுள் பலவற்றின் பொருளை விளக்குவது இன்றும் எளிதல்ல.

மர்மமான அடையாளக் குறிகள் ஒரு புறமிருக்க, வேதியியலின் பாம்புச் சின்னத்திற்குத் திட்டமான ஒரு பொருள் உண்டு. அது மீள் வேதி வினையைக் [reversible chemical reaction] குறிக்கும் ஒரு அடையாளம்.

ஹைடிரஜனின் இரண்டு அணுக்களும், ஆக்ஸிஜனின் ஒரு அணுவும் இணைவதால் நீரின் ஒரு மூலக்கூறு தனது பகுதிப் பொருள்களாகப் பிரி



கிறது. ஒன்றுக்கொன்று எதிரான இரு வேதி வினைகள் ஒரே சமயத்தில் நிகழ்கின்றன: நீர் உண்டாதல் (முன்னோக்கிச் செல்லும் வினை), நீர் சிதைதல் (பின்னோக்கிச் செல்லும் வினை). வேதியியல் அறிஞன் ஒன்றுக்கொன்று எதிரான இவ்விரண்டு நிகழ்ச்சிகளையும் கீழ்க்கண்டவாறு தான் குறியிட்டுக் காட்டுவன்: $2H_2O+O_2 \rightleftarrows 2H_2O$. வலது புறத்தை நோக்கும் முனையுடைய அம்பு முன்னோக்கிச் செல்லும் வேதி வினையைக் குறிக்கிறது. இடது புறம் முனையுடைய அம்பு பின்னோக்கிச் செல்லும் வினையைக் குறிக்கிறது.

அடிப்படையில், எல்லா வேதி வினைகளுமே மீளும் தன்மையுடையவைதான். இதற்கு விதிவிலக்கு இல்லை எனலாம்.

முதலில் முன்னோக்கிச் செல்லும் வினையின் ஆதிக்கமே ஓங்கி இருப்பதால் இம்மீள் வினைத்

தராசின் ஒரு தட்டு தாழ்கிறது—அதாவது நீர் மூலக்கூறுகளின் உற்பத்தி அவற்றின் சிதைவை விட அளவில் அதிகமாக இருக்கிறது. இறுதியில் எத்துனை மூலக்கூறுகள் உற்பத்தியாகின்றனவோ, அதன் அளவு சிதைந்து போகும் ஒரு நிலை வந்தவுடன், இடமிருந்து வலம், வலமிருந்து இடம் செல்லும் இரு வினைகளுமே ஒரே வேகத்தில் நடைபெறுகின்றன.

சமநிலை [equilibrium] ஏற்பட்டு விட்டதென இதனை வேதியியல் அறிஞர் கூறுவர்.

எந்த ஒரு வேதி வினையிலும் இச்சமநிலை ஏற்படக் கூடியதுதான். சில வேதி வினைகளில் ஒரு விநாடிக்குள்ளும், வேறு வினைகளில் சில மணி நேரம், சில நாட்கள் அல்லது வாரங்களுக்குப் பிறகும் ஏற்படுகிறது.

நடைமுறையில் செயற்கபடும் வேதியியலுக்கு இரண்டு நோக்கங்கள் உண்டு. முதலில் அது வேதி வினையைப் பூரணமாக நடைபெற வைக்க முயலுகிறது — உதாரணமாக, முன் நோக்கிச் செல்லும் வேதி வினையைத் துவக்கும் பொருள்கள் ஒன்ருேடொன்று முழுமையாக வினை புரிய வேண்டும். இரண்டாவதாக, அது வினையின் பயனுய்ப்பெறப்படும் பொருளீட்டத்தின் உச்ச வரம்பை எய்த முயலுகிறது. இவ்விரு குறிக்கோள்களையும் சாதிக்க வேண்டுமெனின், வேதி வினையில் சம நிலை ஏற்படுவது இயன்ற மட்டும் தள்ளிப்போடப்பட வேண்டும். அதாவது முன்னேக்கிச் செல்லும் வினை என்பது சரிதான். பின்னேக்கிச் செல்லும் வினையெனில் கூடாது.

இங்கு தான் வேதி இயலறிஞன் கணிதத் துறை அறிஞனைப் போன்று செயல்பட வேண்டியிருக்கிறது. அவன் இரு அளவுகளின் விகிதாசாரத்தைக் கணக்கிடுகிறான். அதாவது வேதி வினைப் பயனாகிய பொருள்களின் அடர் அளவு [concentration]க்கும் வினையில் ஈடுபடும் துவக்கப் பொருள்களின் அடர் அளவிற்கும் உள்ள விகிதம்.

இவ்விகிதம் ஒரு பின்ன [fraction] வடிவில் உள்ளது. இதன் தொகுதி எண் எவ்வளவிற்குப் பெரியதோ, அதேபோல் பகுதி எண் எவ்வளவிற்குச் சிறியதோ, அவ்வளவில் பின்னமும் மதிப்பில் பெரிதாக இருக்கிறது.

முன்னேக்கிச் செல்லும் வேதி வினையின் ஆதிக்கம் ஓங்கி இருப்பின் அவ்வினையின் விளைவுகளாகிய பொருள்களின் அளவும், ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்குப் பின் துவக்கப்பொருள்களின் அளவை மிகுந்து விடும். பின்னத்தின் தொகுதி அதன் பகுதியைவிடப் பெரியதாகும். ஆகவே கிடைப்பது ஒரு தகா பின்னமாகும் [irregular fraction]. இதற்கு மாறான நிலை ஏற்பட்டால் கிடைப்பது தகு பின்னமாக [regular fraction] இருக்கும்.

வேதி இயலறிஞர்கள் இந்தப் பின்னத்தின் மதிப்பை வேதி வினையின் சமநிலை மாறிலி [equilibrium constant] என்று அழைக்கிறார்கள். அதை K என்னும் குறியிட்டுக் காட்டுகிறார்கள். தான் வேண்டும் பொருள், வேதிவினைப் பயனாக, மிகுந்த அளவில் பெறப்படுவதை விழையும் வேதி இயலறிஞன், முதன் முதலில் சமநிலை மாறிலி, Kயின் மதிப்பை வெவ்வேறு வெப்ப நிலைகளில் கணக்கிட்டாக வேண்டும்.

நடை முறையில் கீழ்க்கண்டது போன்றது தான்.

உதாரணமாக, அறையின் வெப்பநிலையில் அம்மோனிய வாயுவின் தொகுப்பு வினையில் Kயின் மதிப்பு ஏறக்குறைய 100,000,000. ஆகவே இத்தகைய நிலையில் நைட்ரஜனும் ஹைடிரஜனும் சேர்ந்த ஒரு கலவை நெரு நொடிக்குள் அம்மோனியாவாக மாறி விடும் என்று ஒரு கால் தோன்றலாம். ஆனால் இப்படி நிகழ்வதில்லை. முன்னேக்கிச் செல்லும் வேதி வினை மிகவும் மந்தமாக நடைபெறுகிறது. வெப்ப நிலையை உயர்த்துவது ஒரு வேளை பயனளிக்கலாமோ?

நாம் மேற்குறிப்பிட்ட கலவையை 500°C வெப்ப நிலைக்கு உயர்த்துகிரோம்...

ஆனால் இங்கு தான் வேதி வினை அறிஞன் நம்மைத் தடுத்து விடுவார்:

''நீ என்ன செய்ய எண்ணுகிருய்? நீ செல்லும் வழியில் உனக்கு எந்தப் பயனும் கிடைக்காது!'' என்று.

ஆம். உண்மையாகவே, சரியான சமயத்தில் தான், கணக்குப் போட்டுப் பார்க்கும் இந்த வேதியியலறிஞர் நம்மைத் தடுத்தார். அவருடைய கணக்குகள் காட்டுவது இது தான்: 500°C வெப்ப நிலையில் Kயின் மதிப்பு 6,000 மட்டுமே, 6×10^3! பின்னேக்கிச் செல்லும் வினைக்கு இது ''பச்சை விளக்குக் காட்டியது'' போல் ஆகிறது. $2NH_3 \rightarrow 3H_2 + N_2$ நல்ல வேளை! நாம் அந்த வாயுக் கலவையை சூடுபடுத்திக் கொண்டேயிருக்க வேண்டியது தான்.

அம்மோனியா வாயுவின் தொகுப்பிற்கு

மிகவும் சாதகமான சூழ்நிலை விதிகள் இயன்ற அளவு குறைந்த வெப்ப நிலையும், அதிகமான அழுத்தமும் தான். வேதி வினைகளின் ஆட்சி நடக்கும் 'இராச்சிய'த்தில் அமுலில் இருக்கும் மற்றொரு சட்டத்திற்குட்பட்ட பகுதி இது.

இச்சட்டத்தின் பெயர் லெ ஷாடெலியரின் தத்துவம் என்பது. அதைக் கண்டு பிடித்த ஃபிரெஞ்ச் விஞ்ஞானியின் பெயரைக் கொண்டது இத் தத்துவம்.

ஒரு அசையாத தாங்கியில் பொருத்தப்பட்ட ஒரு சுருள் வில்லைக் கற்பனை செய்து கொள்ளுங்கள். அது உள் அழுந்திய அல்லது இழுபட்ட நிலையில் இல்லாத பொழுது சம நிலையில் இருப்பதாகக் கூறுகிறோம். அழுந்திய அல்லது இழுபட்ட நிலை நேரும் பொழுது, அது தனது சம நிலையை விட்டு விலகுகிறது. உடனே அதனுடைய மீள் திறன் விசை [elastic force] (அதாவது அழுந்துவது அல்லது இழுபடுவதை எதிர்க்கும் விசை) அதிகரிக்க ஆரம்பிக்கிறது. இறுதியில், சம நிலையை விட்டு விலக்கும் விசையும், மீள் திறன் விசையும், ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்தவாறு சமமாகிவிட்ட பொழுது, சுரள் வில் மீண்டும் சம நிலையை அடைகிறது. இச் சமநிலை முன்பிருந்தது அல்ல. முன்பிருந்ததை விட அழுந்தி அல்லது இழுபட்ட நிலை மாற்றத்தில் ஏற்பட்டது.

தன் நிலை மாறிய ஒரு சுருள் வில்லின் ஏற்படும் சமநிலை வேறுபாடு ஒரு உவமைக்காகக் கூறப்பட்டது. லெ ஷாடெலியர் தத்துவம் செயல்படும் முறையை இது விளக்குகிறது. ஒரு சிறப்பான உவமை இது என்று கூற முடியாது

தான். வேதியியலில் இத் தத்துவம் கீழ்க்கண்ட வாறு வரையறுத்துக் கூறப்படுகிறது.

சம நிலையில் இருக்கும் ஒரு பொருளுறை மண்டலம் [system] ஒரு வெளிப்புற விசைக்கு உட்படுத்தப்படும் பொழுது வெளிப்புற உந்து விசை [influence] காட்டும் திசையில் சம நிலையானது நகரும் வினை விசைகள், வெளிப்புற விசைகளுக்குச் சமமாகும் வரை அது மாறும்.

அம்மோனியாவின் தயாரிப்புக்கு மீண்டும் வருவோம். இத்தொகுப்பின் சமன்பாடு, நான்கு கன அளவு வாயுக்கள் (அதாவது ஹைடிரஜன் 3 கன அளவும், நைட்ரஜன் 1 கன அளவும்), 2 கன அளவு அம்மோனியா வாயுவைத் ($2NH_3$) தருகின்றன என்று காட்டுகிறது. வெளிப்புற அழுத்தத்தை அதிகரித்தால் அது கன அளவைக் குறைக்க முற்படுகிறது. இங்கு உந்துதல் நன்மை பயக்கிறது. ''சுரள் வில் முடுக்கப்பட்டுள்ளது.'' வேதி வினையானது குறிப்பிடத் தக்க அளவிற்கு இடது புறத்திலிருந்து வலது புறமாக முன் னேறுகிறது: $3H_2+N_2 \rightarrow 2NH_3$, கிடைக்கும் அம் மோனியாவின் அளவு அதிகரிக்கிறது.

அம்மோனியாவின் தொகுப்பு நடைபெறும் போது வெப்பம் வெளியிடப்படுகிறது. நாம் அக் கலவையைச் சூடாக்கினால், வினையானது வலது புறமிருந்து இடது புறத்திற்கு முன்னேறுகிறது. ஏனெனில் சூடாக்குவதனால் வாயுக்களின் கன அளவு அதிகரிக்கிறது. மேலும், வினைபுரியும் வாயுக்களின் கன அளவு ($3H_2$யும் N_2யும்) வினை யினால் கிடைக்கும் வாயுவின் கன அளவை விட ($2NH_3$) அதிகமாக இருக்கிறது. எனவே, பின்

னேக்கிச் செல்லும் வினையே முன்னேக்கிச் செல்லும் வினையை விட ஓங்கியிருக்கிறது. ''சுருள் வில்'' நீள்கிறது.

இரண்டு உந்துதல்களும் ஒரு புதிய சம நிலையை உண்டாக்குகின்றன. ஆயினும் முதலில் கூறிய நிகழ்ச்சியில் கிடைக்கும் அம்மோனியாவின் அளவு அதிகமாக, இரண்டாவதில் அதன் அளவு வெகுவாகக் குறைந்து விடும்.

ஆமையை "மின்னல்" போலவும், மின்னலை "ஆமை" போலவும் நகரச் செய்ய முடியுமா?

நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்னர், ஒரு வேதியியலறிஞன், ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன் கலவை கொண்ட ஒரு காலத்தினுள் ஒரு ப்ளாடினக் கம்பியைக் கவனமாக நுழைத்தார்.

அதன் பயன் அசாதாரணமானதாயிருந்தது. அக்காலம் புகையினுல், அதாவது நீராவினுல் நிரம்பியது. உஷ்ண நிலையும், அதே போல் அழுத்தமும் மாருமலிருந்தன. ஆனுல் ஹைடிரஜனுக்கும் ஆக்ஸிஜனுக்கும் இடையே நிகழும் வினை—ஆயிரக்கணக்கான ஆண்டுகளில் ஏற்படும் என்று ''கணக்கிடப்பட்டிருந்த'' வினை—சில விநாடிகளில் நிகழ்ந்து விட்டது.

அது மட்டுமல்ல. நொடிப் பொழுதில் இரு வாயுக்களையும் இணையச் செய்யக் காரணமாயிருந்த ப்ளாடினக் கம்பி, எந்த வித மாறுதலும் அடையவேயில்லை. அதன் தோற்றம், வேதி உள் பொருள், எடை, எல்லாம் பரிசோதனைக்கு முன்னர் இருந்தது போலவே அப்படியே இருந்தன.

அந்த விஞ்ஞானி, ஆவலுடனிருக்கும் பார்வையாளர்களை களிப்பூட்டுவதற்காக பல வகைப்பட்ட சாமர்த்தியமான தந்திரங்களைக் கண்டு பிடிக்கும் மந்திர வாதிகளில் ஒருவனல்லவே. அவர், ஜெர்மன் வேதியியலறிஞரான டோபெரீனர் என்ற தீவிரமான பரிசோதனையாளர். அவர் கண்ட நிகழ்ச்சி இப்போது கிரியா ஊக்கம் [catalysis] என்று பெயர். கிரியா ஊக்கிகள் எண்ணிறந்தவை. அவை உலோகங்கள், திட அல்லது தூள் ரூபத்தில், பல்வேறு தனிமங்களின் ஆக்ஸைடுகள், உப்புகள் அல்லது காரங்கள் இவற்றுள் எவையாகவுமிருக்கலாம். அவை சுத்தமான தனி உருவிலோ அல்லது கலவைகளாகவோ பயன்படுத்தப்படலாம்.

கிரியா ஊக்கி இன்றேல், அழுத்தத்தையும்,



உஷ்ணநிலையையும் நாம் மாற்றினாலும் சரி, அம்மோனியா தொகுப்பின் திறன் மிகவும் குறைவாக உள்ளது. ஆனால் கிரியா ஊக்கி இருப்பின் அது நிலைமையை முற்றிலும் வேறுபடச் செய்கிறது. அலுமினியம், பொட்டாஷியம் ஆக்ஸைடுகளின் கலவையோடு சாதாரண இரும்பும் சேர்ந்தால், இந்த வினையை இலகுவாக ஊக்கிவிடுகிறது.

இருபதாம் நூற்றாண்டின் முன்னர் அறியப்படாத முன்னேற்றம், கிரியா ஊக்கிகளின் பயனேயாகும். இதனுடன் மட்டுமல்ல, பிராணிகள், தாவரங்களினுள், என்ஸைம்கள் [enzymes] எனப்படும் தனிப்பட்ட கிரியா ஊக்கிகள் இருப்பதனால், அநேக அதி முக்கியமான வினைகள் நடைபெறுகின்றன. இந்த அதிசயமான ஊக்கிகள் எல்லா உயிருள்ள, உயிரற்றவைகளின் இரசாயனத்தில் பங்கு பெறுகின்றன!

ஆனால், ப்ளாடினக் கம்பிக்குப் பதிலாக நாம் ஒரு தாமிர, அலுமினிய அல்லது இரும்புக் கம்பியை எடுத்துக் கொண்டால் என்ன? கலத்தின் சுவர்களில் புகைபடருமா? அந்தோ! மந்திர சக்தி பெற்ற ப்ளாடினக் கோலினால் ஊக்கப்பட்டபோது வினை புரிந்தது போல் ஹைடிரஜனும், ஆக்ஸிஜனும் வினை புரிய இசைவைக் காட்டவில்லை...

எந்த குறிப்பிட்ட ஒரு வினையையும் ஒவ்வொரு பொருளும் ஊக்கிவிட முடியாது. ஆகவே வேதியியலறிஞர்கள் கிரியா ஊக்கிகள் தேர்ந்தெடுத்து [selective] வினை புரிகின்றன என்கிறார்கள். ஒரு வினையைத் தீவிரமாக ஊக்கிவிட்டுப் பிறிதொன்றை அது கவனியாமலேயிருக்கலாம்.

ஆம், இந்த விதிக்கு விலக்குகளுண்டு. உதாரண மாக, பல டஜன் வெவ்வேறு அங்கக, அனங்கக வினைகளை ஊக்கிவிட அலுமினிய ஆக்ஸைடினால் முடியும். கடைசியாக, வெவ்வேறு கிரியா ஊக்கி கள் அதே பொருள்களின் கலவையை வேறு வேறு விதங்களில் வினைபுரியச் செய்து வேறு வேறு பொருள்களைத் தரச் செய்யலாம்.

இதற்குச் சற்றும் குறைவின்றி ஆச்சர்ய மளிக்கும் வேறு குணங்களைக் கொண்ட பொருள் களும் உண்டு. இவை உந்தும் பொருள்கள் [promoters] எனப்படுபவை. தனியாக வினையை ஊக்கி விட்டோ, அல்லது மந்தப்படுத்தியோ இவை பாதிப்பதில்லை. கிரியா ஊக்கிகளுடன் சேர்க்கப் பட்டால், அவற்றைவிட அதிகமான அளவிற்கு வினையை ஊக்கி விடுகின்றன. ஹைடிரஜன், ஆக்ஸி ஜன் கலவையில், இரும்பு, அலுமினியம், அல் லது சிலிகன் டையாக்ஸைடு ஆகிய ''அசுத்தங் களை''க் [impurities] கொண்ட ப்ளாடினக் கம்பி யானது இன்னும் அதிகமான பலனை அளிக் கிறது.

உள்-வெளிக் கிரியா ஊக்கம் என்னும் வினை களும் உண்டு. எதிர்க் கிரியா ஊக்கம் [anticatalysis], எதிர்க் கிரியா ஊக்கிகள் என்பவை யும் உள. இவைகளை விஞ்ஞானிகள் வினைத் தடுப் பிகள் [inhibitors] என்கிறார்கள். துரிதமான வேதி வினைகளை இவை மந்தமாக்குகின்றன.

சங்கிலித் தொடர் வேதி வினைகள்

ஒரு கண்ணாடிக் குடுவையுள் ஹைடிரஜன், க்ளோரின் ஆகிய இரு வாயுக்களின் கலவை இருப்

பதாக வைத்துக்கொள்வோம். சாதாரண நிலையில் இவ்வாயுக்கள் மந்தமாகத் தான் வினை புரிகின்றன. ஆனால் ஒரு மக்னீஸியத் துண்டைக் குடுவையினருகில் கொளுத்தினால் வாயுக் கலவை வெடிக்கிறது. (இப்பரிசோதனையைச் செய்ய முயலும் எவரும் கனத்த கம்பிவலைக் கூட்டினுள் குடுவையை வைப்பது அவசியம்.)

பிரகாசமான ஒளி பாய்ந்ததும் ஹைடிரஜன், க்ளோரின் கலவை வெடிக்கக் காரணமென்ன?

ஒரு சங்கிலித் தொடர் வேதி வினை [chain reaction] நிகழ்வது தான் காரணம். நாம் கண்ணாடிக் குடுவையைச் சுமார் 700°Cக்குச் சூடு படுத்தினால், அப்போதும் வெடித்தல் வினை நிகழும். க்ளோரினும் ஹைடிரஜனும் ஒரு விநாடிக்கும் குறைவான நேரத்தில் வேதி முறையில் இணையும். இதில் வியப்பொன்றும் இல்லை. வெப்பம் மூலக்கூறுகளின் ஆற்றலளவை அதிகரிக்கச் செய்கிறது. நாம் மேலே கூறிய பரிசோதனையில் வெப்ப நிலை மாற்றம் இல்லை. ஒளியின் காரணமாகவே இவ்வினை நிகழ்ந்தது.

சக்தியின் மிகச் சிறிய ஒளித் துண்டுகளுக்குக் க்வாண்டங்[quantum]கள் எனப் பெயர். இவைகள் பெருமளவு சக்தியை உடையன. மூலக்கூறுகளை ஊக்குவதற்குத் தேவையானதைவிட அதிக சக்தி இவைகளில் உண்டு. ஒரு ஒளித் துண்டு செல்லும் வழியில் ஒரு க்ளோரின் மூலக்கூறு எதிர்ப்படுமானால் அம்மூலக்கூறு தனிக் குளோரின் அணுக்களாகப் பிரிக்கப்பட்டு க்வாண்டத்தின் சக்தி அவ்வணுக்களில் சேர்ந்து விடுகிறது.

இப்பொழுது க்ளோரின் அணுக்கள் அதிக சக்தி கொண்டனவாய், ஒரு பரபரப்படைந்த நிலையில் உள்ளன. இவ்வணுக்கள் ஹைடிரஜன் மூலக்கூறுகளைத் தாக்கி, அவற்றை அணுக்களாய்ப் பிரித்து விடுகின்றன. இந்த ஹைடிரஜன் அணுக்களில் ஒன்று க்ளோரின் அணுவுடன் இணைகிறது. மற்ருென்ருே தனித்த நிலையில் உள்ளது. ஆயினும் அதுவும் பரபரப்பான நிலையில் இருப்பதால் தன்னிடமுள்ள சக்தியின் ஒரு பகுதியை இழக்க விழைகிறது. எதனிடம்? ஒரு க்ளோரின் மூலக்கூறினிடம் தான். ஆகவே ஹைடிரஜன் அணுவும், க்ளோரின் மூலக்கூறும் ஒன்ருேடொன்று மோதும் போது மந்த நிலையிலுள்ள க்ளோரின் மூலக்கூறுக்கு முடிவு ஏற்படுகிறது.

ஆனால் இப்பொழுது மறுபடியும் ஒரு பரபரத்த க்ளோரின் அணு பிறந்து விடுகிறது. இதுவும் தனது அதிக சக்தியை கொடுக்க வெகு நேரமாவதில்லை.

ஆகவே ஒரு நீண்ட சங்கிலித் தொடர் வேதிவினை நிகழ்வதை நாம் அறிகிருேம்.

வேதி வினை துவங்கிய உடனே வினையின் விளைவாக வெளிப்படும் சக்தியினுல், மேலும் மேலும் பல மூலக்கூறுகள் ஊக்குவிக்கப்படுகின்றன. எனவே வேதி வினையின் வேகம், ஒரு மலைச் சரிவில் உருண்டு விழும் பனித்திரள் போல கூறுகிறது. பனித்திரள் பள்ளத்தாக்கை அடையும் போது முடிவெய்துகிறதல்லவா? அதே போல் சங்கிலித் தொடர் வினையும், அதில் பங்கு கொள்ளும் மூலக்கூறுகளனைத்தும் வேதி வினைக்கு உட்பட்டவுடன் முடிகிறது—அதாவது ஹைடிரஜன்,

க்ளோரின் மூலக்கூறுகள் யாவும் வினை புரிந்த வுடன்.

வேதி இயல் அறிஞர்களுக்கு எண்ணிறந்த சங்கிலித் தொடர் வினைகளைப் பற்றித் தெரியும். பிரபல ருஷ்ய விஞ்ஞானியான நிகோலாய் செமியோனுவ் இவ்வினைகள் எவ்வாறு நிகழ்கின்றன என்பதைப் பற்றி விவரமாக ஆய்ந்தறிந்தவர். பெளதிக அறிஞர்களும் சங்கிலித் தொடர் வினைகளைப் பற்றி அறிந்தவர்களே. யுரேனியம் அணுக் கருக்கள் நியூட்ரான்களால் பிளக்கப்படுவதும் பெளதிக சங்கிலித் தொடர் வினைக்கு உதாரணமாகும்.

வேதியியல் மின்சாரத்துக்கு நண்பனுகிய விதம்

ஒரு மரியாதைக்குரிய மனிதர், தனது நண்பர்களின் பெரு மதிப்பை பெற்றவர் தன் பொழுதைச் செலவிட இத்தகையதொரு செயலில் ஈடுபட்டது. முதற் பார்வைக்கு விநோதமாகத் தான் தோன்றும்.

அவர் முதலில் சிறிய உலோகத்தட்டுக்களைத் தயாரித்தார். எத்துனை? தாமிரம், துத்தநாகம் இவைகளால் ஆன தட்டுகள் டஜன் கணக்கில், அதன் பிறகு கடற்பஞ்சை வட்டமான துண்டுகளாக வெட்டிக் கொண்டு உப்பு நீரில் அவைகளை நனைத்தார். அதற்குப் பிறகு துண்டுகளை ஒன்றன் மேல் ஒன்ருக அடுக்கினர். ஒரு குழந்தை கோபுரம் கட்டுவது போல. இவ்வடுக்கிலே ஒரு வரிசைக் கிரமம் இருந்தது. அதாவது ஒரு

தாமிரத்தட்டு அதற்கு மேல் ஒரு கடற்பஞ்சுத் துண்டு, பின் ஒரு துத்தநாகத் தட்டு இதே முறையில் திரும்பத் திரும்பப் பல தடவைகள் அமைத்து அடுக்கிக் கொண்டார். கோபுரம் போன்ற அவ்வடுக்கு எவ்வளவு உயரத்திற்கு மேம்பட்டால் சாய்ந்து விடுமோ, அவ்வளவு உயரம் இருந்தது.

அம்மனிதர் அடுக்கின் உச்சித் தகட்டை ஈரமான தமது விரலால் தொட்டார். சடக்கென்று உடனே இழுத்துக் கொண்டார். ஒரு பலமான மின் அதிர்ச்சியை [electric shock] அவர் பெற்று விட்டார்.

இவ்வாறு தான் 1800ல் அலெஸ்ஸாந்த்ரோ வோல்டா என்ற பிரசித்தி பெற்ற இத்தாலிய பூதவியல் அறிஞர் கால்வானி மின் கலத்தைக் [galvanic cell] கண்டு பிடித்தார். இது மின்னோட்டத்தை வேதி வினையினால் உண்டாக்கும் ஒரு கருவி. ''வோல்டா அடுக்கி''ல் மின் சாரம் தோன்றியது வேதி வினைகளினாலேயே.

மின் வேதி இயல் [electrochemistry] என்ற பெயர் கொண்ட ஒரு புதிய விஞ்ஞானப் பகுதி தோன்றியது இப்படித்தான்.

நீண்ட பொழுதுக்குத் தொடர்ச்சியாக மின்னோட்டத்தை உண்டாக்கக் கூடிய ஒரு கருவி விஞ்ஞானிகளுக்கு இவ்வாறு கிடைத்து விட்டது. வோல்டா அடுக்கில் வேதி வினை நின்று போகும் வரையிலும் மின்னோட்டமும் இருந்து கொண்டே இருக்கும்.

வெவ்வேறு பொருள்களின் மேல் மின்சாரம் எவ்வாறு வினைபுரியும் என்பதைக் கண்டு பிடிப்பது ஒரு சுவாரஸ்யமான விஷயம் ஆயிற்று.

கார்லைல் (ஒரு வைத்தியர்), நிகல்ஸன் (ஒரு எஞ்ஜினியர்) என்னும் இரு ஆங்கிலேயர்கள் முதன் முதலில் நீரை வைத்துக் கொண்டு பரிசோதனைகளைத் துவக்கத் தீர்மானித்தார்கள். ஹைடிரஜனும் ஆக்ஸிஜனும் இணைந்துருவானதே நீர் என்பதை அப்பொழுது வேதியியல் அறிஞர்கள் அறிந்திருந்தார்கள். எனினும் அவர்களுக்கு அதை ஐயமற்ற நிரூபித்தல் இயலாததாக இருந்தது.

கார்லைலும் நிகல்ஸனும் 17 வோல்டா கலங்கள் கொண்ட ஒரு மின்சார பாட்டரியைப் பயன்படுத்தினார்கள். இம்முறையில் ஒரு மிக வலுவான மின்னோட்டத்தைப் பெற முடிந்தது. அதனால் நீர் விரைவாக ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன் என்னும் இரு வாயுக்களாகப் பிரியத் துவங்கிற்று. சுருக்கமாகக் கூறின், மின் பகுப்பு [electrolysis] நிகழ்ந்தது. இதைத் தான் நாம் மின்சாரத்தினால் பொருள்களைச் சிதைக்கும் முறை எனக் கூறுகிறோம்.

முதற் பகை...

உலகெங்கும் நூறு, ஆயிரக்கணக்கான ஊது உலைகள் இரும்பையும், எஃகையும் உற்பத்தி செய்கின்றன. பல நாடுகளில் உள்ள பொருளாதார அறிஞர்கள், ஒவ்வொர் ஆண்டிலும் எவ்வளவு மிலியன் டன் உலோகம் உற்பத்தியாயிற்று என்று கணக்கிட்டு அடுத்த ஆண்டில் எவ்வளவு உலோகம், தாதுப் பொருள்களைப் பகுத்துப் பெறப் படக் கூடும் என்பதை முன் கூட்டியே அறிவிக்கிறார்கள்.

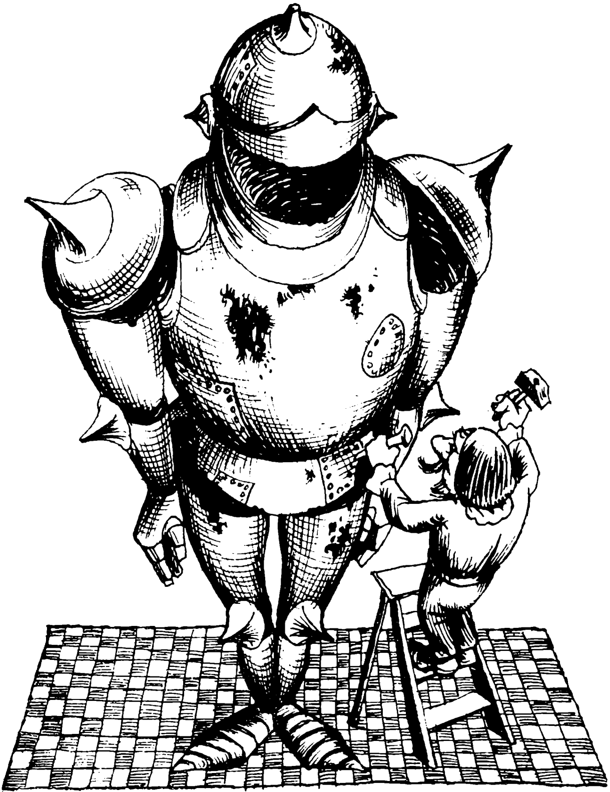
இப்பொருளாதார அறிஞர்கள் ஒரு திடுக்கிட வைக்கும் செய்தியும் கூறுகிறார்கள். என்ன தெரியுமோ—''ஊது உலைகளில் சராசரியாக எட்டிவொன்றின் வேலை வீணே,'' என்பது தான். ஒவ்வோர் ஆண்டிலும் உற்பத்தி செய்யப்படும் உலோகத்தில் நூற்றுக்குப் பன்னிரண்டு சதவீதம் சீர்மை குன்றி மனிதனுக்குப் பயனற்றதாகி, ஒரு இரக்கமற்ற பகைவனுக்குப் பலியாகி இழக்கப் படுகிறது.

இப்பகைவனின் பெயர் 'துரு'. விஞ்ஞானம் இதை உலோக அரிப்பு [metal corrosion] என்று கூறுகிறது.

அழிவது இரும்பும் எஃகும் மட்டுமல்ல—இரும்பு வகையல்லாத [nonferrous] தாமிரம், தகரம், துத்தநாகம் என்பவையும் கூடத்தான்.

உலோக அரிப்பு என்பது அவை ஆக்ஸிகரணமாவதைக் குறிக்கிறது. உலோகங்களில் பெரும்பாலானவை தனித்த நிலையில் ஸ்திரத்துவம் பெற்றவை அல்ல. காற்றில் வைத்திருந்தாலும் கூட ஒரு உலோகப் பண்டத்தின் பளபளப்பான வெளிப்புறத்தை அதன் ஆக்ஸைடு ஒரு போர்வை போல் மூடிவிடுகிறது. துர்ச்சகுனப் போலப் பல வேறு நிறங்களில் படரமைப்பாக உள்ளது, இந்த ஆக்ஸைடு.

இவ்வாறு ஆக்ஸிகரணமடைந்த உலோகங்களும், அவற்றின் கலவைகளும் தங்களுடைய பல மதிப்பரிய தன்மைகளை இழக்கின்றன. பலம் குன்றி, மீள்வலி [elasticity] இழந்து, வெப்பம் அல்லது மின்சாரத்தைக் கடத்தும் திறனிலும் இழிந்து விடுகின்றன.



துவங்கியதன் பின் உலோக அரிப்பு இரும்பைப் பொருத்தவரை பாதியளவில் நின்று விடுவதில்லை. மெதுவாக, ஆனால் நிச்சயமாக இப் ''பழுப்பு போய்'', இரும்பு சாமான் முழுவதையும் அரித்தே விடும். முதலில் ஒரு சில ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகள் உலோகத்தின் மேற்பரப்பில்

வந்து பட்டு, முதல் ஆக்ஸைடு மூலக்கூறுகள் உண்டாகின்றன, அதாவது ஆக்ஸைடு மென் படலம் [film] எனக் கூறப்படும் போர்வை தோன்றுகிறது. அது நெகிழ்வுடையதாக இருப்பதனுல் அதன் வழியே அணுக்களோ, மூலக்கூறுகளோ சுலபமாக எளிதில் பரவ முடிகிறது. இவ்வாறு முறையே அடுத்த, அதற்கடுத்த அடுக்குகள் உள்ள உலோக அணுக்கள் ஆக்ஸிகரணமடைகின்றன. ஆக்ஸிஜன் மூலக்கூறுகள் தங்கள் அழிவு வேலையைத் தொடர்ந்து தடையின்றிச் செய்து முடித்து விடுகின்றன.

வெறும் காற்றை விட ஆக்கிரமிப்பு வன்மை மிகுந்த ஒரு வேதிச் சூழ்வில் அரிப்பு வேலை அதி விரைவாகவே நடக்கும். க்ளோரின், ஃப்ளூரின், சல்பர் டையாக்ஸைடு, ஹைட்ரஜன் ஸல்ஃபைட் ஆகியவையும் உலோகங்களுக்குப் பெரும் அபாயம் விளைவிக்கும் வைரிகளே. ஒரு உலோகம் வாயுக்களின் வினையினுல் அரிக்கப்படுவதை, வேதியியல் அறிஞர்கள் வாயு அரிப்பு [gas corrosion] எனக் கூறுகிருர்கள்.

இவை தவிரப் பல விதமான கரைசல்களைப் பற்றி என்ன கூறுவது? அவைகளும் உலோகங்களுக்குப் பயங்கரமான எதிரிகள் தாம். உதாரணம், கடல் நீர்—பெருங் கப்பல்களும் கூட சிறிது காலத்திற்கொரு முறை பழுது பார்க்கும் தளத்திற்குக் கொண்டு வரப்பட வேண்டும். அவைகளின் அடிப்புறத்திலும், பக்கங்களிலும் உள்ள அரித்துப் போன தகடுகளுக்குப் பதில் வேறு தகடுகள் பொருத்தப்பட வேண்டும்.

கோடீஸ்வரரான ஒரு அமெரிக்கர் செய்த

ஒரு பெரும் தவறு பேரழிவில் முடிந்த கதை யொன்றைக் கேள்ளுங்கள்.

உலகில் மிகச் சிறந்த உல்லாசப் படகு தன்னுடையதாக வேண்டுமென்று அவர் விரும்பினூர். அதற்காக அவர் ஒரு தேவை ஆணை விடுத்த துடன் ''அலைகடலின் அழைப்பு'' என்று படகுக்கு ஒரு மனங் கவரும் பெயரையும் சூட்டினூர். பணம் செலவழிக்க அவர் தயங்கவில்லை. அவருடன் ஆணை ஒப்பந்தம் செய்து கொண்ட வேலையாளரும் தங்கள் வாடிக்கைக்காரரை மனம் குளிர்விக்கத் தங்களாலியன்றவரை முயன்றனர். படகின் உட்புறச் சிங்காரத்தைத் தவிர, மற்ற வேலைகள் முடிந்தன.

பின் நடந்ததென்ன? உல்லாசப் படகு கடற் பயணம் செய்யவே இல்லை. அத்தகையதொரு வாய்ப்புக் கிடைக்கவில்லை அதற்கு. படகு கடலில் விடப்படும் நாளுக்குச் சில தினங்களுக்கு முன்பே அதன் உட்புறம், அடிப்புறம் முழுதுமே அரிக்கப் பட்டு விட்டது தெரிய வந்தது.

இது எப்படி? அரிப்பு என்பது ஒரு மின் வேதி நிகழ்ச்சி.

கப்பல கட்டுபவர்கள், உல்லாசப் படகின் அடிப்புறத்தை ஜெர்மன் வெள்ளி என்ற நிக்கல்-தாமிரக் கலவையின் தகடுகளைக் கொண்டு அமைக்கத் தீர்மானித்தனர். அது ஒரு நல்ல கருத்துத் தான். ஏனெனில், விலை மிகுந்ததா யிருப்பினும் இந்த உலோகச் சலவை, கடல் நீரின் அரிப்பை எதிர்த்து நிற்க வல்லது. ஆனூல் அது பலம் பொருந்தியதல்ல என்பதனூல், கப்பலின் பல பகுதிகள், பிரத்யேகமான எஃகு வகைகள்

போன்ற வேறு உலோகங்களால் செய்யப்பட் டிருந்தன.

இதுவே உல்லாசப் படகின் அழிவிற்குக் காரணமாகியது. ஜெர்மன் வெள்ளியும், எஃகும் ஒன்றையொன்று தொடும் இடங்களெல்லாம் பலமான கால்வானி கலங்களைப் போலச் செயல் பட்டன. கப்பலின் அடிப்புறம் உடனேயே சீர்கு லேயத் துவங்கியது. முடிவு துக்ககரமாகி விட்டது.

கோடீஸ்வரரின் மனவேதனையை வருணித் தல் சாத்தியமில்லை. அமைத்த வேலையாளரும், உலோக அரிப்பின் சட்டங்களில் முக்கியமான தொன்றை அச்சம்பவத்திற்குப் பிறகு மறக்க வேயில்லை. அதாவது பிரதானமான உலோகத் துடன் கால்வானி கடங்களாகச் செய்யல்படக் கூடிய வேறு உலோகங்கள் சேர்ந்தால் அரிப்பு திடீரென்று விரைவாக்கப்படுகிறது.

...எதிர்ப்பதெப்படி?

டெல்லியில் ஒரு அற்புதமான தூன் இருக் கிறது. பல நூற்றுண்டுகளாக அது நின்று கொண் டிருக்கிறது. அதன் அற்புதம் என்னவெனில் அது வெகு சுத்தமான இரும்பினுல் செய்யப்பட்டது என்பது தான். காலம் அதைத் தொடவில்லை. பல நூற்றுண்டுகளுக்குப் பின்னும் அந்தத் தூன் புதியது போல் தோற்றமளிக்கிறது. அதில் துரு பிடிக்கவில்லை. உலோக அரிப்பு இந்த விஷயத்தில் மட்டும் தனக்குத் தானே துரோகம் செய்து கொண்டது போல.

எவ்வாறு பண்டைக் கால உலோக விளையா

னர் வெகு சுத்தமான இரும்பைத் தயாரிப்ப தில் வெற்றி கண்டார்களென்பது புதிரானது தான். சில ''மூளை கொதித்தவர்கள்'' அது மனி தனுல் தயாரிக்கப்படவே இல்லை என்றும், யாரோ வெளி உலகப் பயணிகள் இங்கு வந்திருந்தார் கள் என்றும், தங்கள் ஞாபகார்த்தச் சின்னமாக அந்தத் தூணை நிறுத்தி வைத்தார்களென்றும் கூற முற்பட்டு விட்டனர்.

தூணை ஏற்படுத்தியது பற்றி மர்மமான எண்ணச் சூழலை நாம் பறித்து விலக்கி விட்ட பின்னும் கூட, எஞ்சியுள்ள ஒரு மெய்ப்பாடு வேதியிலறிஞர்களுக்கு மிக முக்கியமானது. அதா வது ஒரு உலோகம் எவ்வளவுக்குச் சுத்தமாக இருக்கிறதோ, அவ்வளவுக்கு அது மெதுவாக அரிக்கப்படுகிறது என்பதே. ஆகவே அரிப்பை முறியடிக்கும் எண்ணம் கொள்ளு வீரனுல், அதி சுத்தமான உலோகங்களையே பயன்படுத்துக.

உலோகங்களைப் பொருத்தவரை, சுத்தமென் பது முக்கியமானது மட்டுமல்ல, உலோகத்தினு லான பண்டகங்களின் வெளிப்புறப் பரப்பு,இயன்ற அளவு புரையற்றதாகச் செய்யப்படுவதும் அவ சியமானதாகும். வெளிப்பரப்பின் மிகச் சிறிய மேடு பள்ளங்கள் உலோகத்தில் வேற்றுப் பொருள் குடியேறியது போன்று விளைவுகளைத் தரக்கூடும். விஞ்ஞானிகளும் பொறி இயல் வல்லுநர்களும் கற்பனைக்கு எட்டும் உயர்ந்த லட்சிய மான அளவுக்கு மழமழப்பான வெளிப் பரப்புக் களைத் தயாரிப்பதில் அநேகமாக வெற்றி பெற்று விட்டனர். அத்தகைய வெளிப்பரப்புக்களைக் கொண்ட பண்டங்கள், ராக்கெட்டுகள், வின்வெளி

ஊர்திகள் ஆகியவற்றை தயாரிப்பதில் இப்பொழுதே பயன் படுகின்றன.

ஆகவே அரிப்புத் தடுப்புப் பிரச்சினை தீர்ந்து விட்டதா? இல்லை. அதி சுத்தமான உலோகங்கள் விலை உயர்ந்தவை, எளிதில் பெற முடியாதவை. அதிலும் பெருமளவில் அவற்றைத் தயாரித்தல் கடினமானது. மேலும், பொறியியல் நிபுணர்கள் உலோகக் கலவைகளையே விரும்புகிறார்கள். ஏனெனில் அவற்றின் தன்மைகள் விரிந்தமைந்த எல்லைகள் உள்ளவை. ஒரு உலோகக் கலவை என்பது குறைந்த பட்சம் இரண்டு உலோகங்களையாவது கொண்டது.

வேதி அறிஞர்கள் அரிப்பின் வினை முறைகள் அனைத்தேயும் பற்றி விவரமாகக் கண்டறிந்துள்ளனர். அவர்களுக்குச் சில குறிப்பிட்ட தன்மைகள் உள்ள உலோகக் கலவையைத் தயாரிக்க முற்படும் பொழுது, அவர்கள் அதற்குரிய பல விஷயங்களில் ஒன்றாக அரிப்பு என்னும் பகுதியையும் பற்றி ஆழ்ந்து சிந்திக்கிறார்கள். தற்பொழுது அரிப்பை நன்றாக எதிர்த்து நிற்கக் கூடிய பல உலோகக் கலவைகள் உள்ளன.

நமது அன்றாட வாழ்வில் துத்தநாகம் அல்லது வெள்ளீயம் பூசப்பட்ட பல சாமான்களைப் பயன்படுத்துகிறோம். இரும்பு துருப்பிடிக்காமல் காப்பாற்றப்படுவதற்காக ஒரு மெல்லிய போர்வை போன்ற, துத்தநாக அல்லது வெள்ளீய மேலுரையினால் (பூச்சினால்) மூடப்படுகிறது. இது ஒரு குறிப்பிட்ட காலம் வரை பயன் படக் கூடியது. மேலும், வீடுகளின் இரும்பினாலான கூரைப் புறங்கள் எண்ணை வண்ணக் கலவையின் ஒரு

கனத்த மேற் பூச்சு வெற்றிருப்பதை நாம் கண்டுள்ளோம், அல்லவா?

உலோக அரிப்பைப் பலவீனப்படுத்துதல் அல்லது குறைத்தல் என்பதன் பொருள் அதன் உள்ளமைந்த மின் வேதி வினையின் வேகத்தை ஏதோ ஒரு முறையில் குறைத்தல் என்பதே. இதற்கென்றே சில பிரத்யேகமான அங்கக அல்லது அனங்ககப் பொருள்கள் பயன் படுகின்றன. அவற்றுக்கு வினைத் தடுப்பிகள் என்று பெயர்.

முதலில் அவை மீண்டும், மீண்டும் முயன்று, தோற்று, முயலும் குருட்டுத் தனமான முறைகளினால் தேடப்பட்டன. தற்செயலாக கண்டு பிடிக்கப்பட்டன.

மாபெரும் பீட்டர்(Peter the Great, 1689-1725) என்னும் வேந்தரின் காலத்திற்கு முன்னும் கூட ருஷ்யப் பீரங்கி செய்பவர்கள் ஒரு விநோதமான முறையைக் கையாண்டனர். பீரங்கியின் குழாய்ப் புறங்களிலிருந்த செதில்களை நீக்குவதற்காக அவர்கள் அவற்றைக் கோதுமை உமி கலந்த கந்தக அமிலத்தைக் கொண்டு கழுவினார்கள். இத்தகையதொரு பண்படாத முறையினால் அவர்கள் உலோகத்தை அமிலம் கரைத்து விடாமல் தடுக்க முடிந்தது.

புதிய வினைத் தடுப்பிகளுக்கான ஆராய்ச்சி இன்று திடீர் ஊகங்களை நம்பிய கலையல்ல, அதிர்ஷ்டத்திற்கு உட்பட்டதல்ல. அது ஒரு ஐயப்பாட்டுக் கிடமற்ற விஞ்ஞானப் பகுதியாகும் உலோக அரிப்புத் தடுப்பிகளாகப் பயன்படும் பலவகையான வேதிப் பொருள்கள் நூற்றுக்கணக்கில் இன்று நமக்குத் தெரிந்தவை.

அரிப்பு என்னும் ''நோய்'' தாக்கும் முன்னரே நாம் உலோகங்களின் ''ஆரோக்கியத்தை''க் கவனமாகப் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். இது தான் ''உலோக வைத்தியர்''களான வேதி அறிஞர்களின் முக்கியமான வேலையாகும்.

பீறிட்டுப்பாயும் ஒளி

பொருள் எத்தனை நிலைகளில் காணப்படும்? நவீனப் பௌதிக அறிஞர்கள் ஏழு நிலைகள் என்று கணக்கிடுகிறார்கள். இவற்றில் மூன்று அறிந்தவையே. அதாவது திட, திரவ, வாயு நிலைகள். துல்லியமாகக் கூறினால், இவையொழிந்த பிற நமது அன்றாட வாழ்க்கையில் எதிர்ப்படுவது அநேகமாக இல்லை எனலாம். வேதியியலும் பல நூற்றாண்டுகளாக இம்மூன்றைக் கொண்டே திருப்தியடைந்து வந்திருக்கிறது. சென்ற சில வருடங்களுக்குள் தான் அது பொருளின் நான்காவது நிலையான ப்ளாஸ்மா [plasma] என்பதில் அக்கறை கொள்ள ஆரம்பித்திருக்கிறது.

ப்ளாஸ்மா என்பது வேண்டுமானால் ஒரு வாயு நிலை என்றே கொள்ளலாம். ஆனால் சாதாரணமானதல்ல. மின்னேற்றமில்லாத அணுக்கள், மூலக்கூறுகள் தவிர அயனிகளும் மின்னணுக்களும் கொண்டது அது. சாதாரண வாயுக்களிலும் அயனித்துகள்கள் உண்டு. வெப்ப நிலை எவ்வளவுக்கு உயர்ந்துள்ளதோ, அவ்வளவுக்கு அயனித்துகள்களும் அதிகமாகின்றன. ஆகவே அயனி நிலையடைந்த வாயுவுக்கும், ப்ளாஸ்மாவுக்கும்

திட்டமான ஒரு எல்லைக்கோடு வரைந்து பிரிக்க முடியாது. ஆயினும் சம்பிரதாயமாகச் சொல்லுங்கால், ப்ளாஸ்மாவின் முக்கிய குணங்களான அதிக மின் கடத்தும் திறன் போன்ற தன்மைகளைக் கொண்ட நிலையை எய்தும் பொழுது ஒரு வாயு, ப்ளாஸ்மாவாக மாறுகிறதென்று கூறுகிறோம்.

முதற் பார்வைக்குத் தோற்ற முரண்பாடு போலக் காணப்படினும் உண்மையிதுதான்—ப்ளாஸ்மாதான் வையத்தை ஆளுகிறது. பிரிதியிலும் தாரகைகளிலும் உள்ள பொருள், விண்வெளித் தொலைவுகளிலெல்லாம் உள்ள பொருள், ப்ளாஸ்மா நிலையில் தான் உள்ளது. இது இயற்கையில் உள்ள ப்ளாஸ்மா. செயற்கையாக அதற்கென்றமைந்த கருவிகளைக் கொண்டும், பூமியில் ப்ளாஸ்மாவைத் தயாரிக்கலாம் இக்கருவிகளுக்கு ப்ளாஸ்மோட்ரான்கள் [plasmotrons] எனப் பெயர். இவற்றுள் ஹீலியம், ஹைடிரஜன், நைட்ரஜன், ஆர்கான் போன்ற பல வாயுக்கள் ஒரு மின்சாரப் பிழம்பின் [electric arc] உதவியால் ப்ளாஸ்மா நிலைக்கு வருகின்றன. ஒளி உமிழ்ந்து பீரிட்டுப் பாயும் ப்ளாஸ்மா, ப்ளாஸ்மோட்ரான் முனைக் குழாயின் ஒடுக்கமான பாதையில் ஒரு காந்தப் புலத்தினுல் உள்ளழுத்தப்படுகிறது. அதனுல் பல்லாயிரக்கணக்கை மிஞ்சிய வெப்ப நிலை அதில் தோன்றுகிறது.

வேதியியலறிஞர்கள் இத்தகைய வெப்ப நிலையைப் பற்றி நெடுங்காலமாகவே கனவு கண்டு வந்திருக்கிறார்கள். ஏனெனில் பல வகை வேதி வினைகள் நிகழுவதில் உயர் வெப்ப நிலைகள் ஏற்

கும் பாகம் மிகைப் படுத்தியுரைக்கலாகாதது. இப்பொழுது இக் கனவு நனவாகியது. வேதியியலில், ப்ளாஸ்மா வேதியியல் [plasmochemistry] அல்லது ''குளிர்ந்த'' ப்ளாஸ்மா வேதியியல் என்ற புதிய பகுதி தோன்றியுள்ளது.

''குளிர்ந்த'' ப்ளாஸ்மா என்பது எதற்காக? ஏனெனில் ''வெம்மை''யுள்ள ப்ளாஸ்மா என்பதும் உண்டு. அதன் வெப்ப நிலை ஒரு மிலியன் டிகிரி வரை இருக்கும். இதைக் கொண்டு தான் பௌதிக அறிஞர்கள் வெப்ப அணுக்கருத் தொகுப்பு வினையை [thermonuclear synthesis], அதாவது ஹைடிரஜன் ஹீலியமாக மாற்றப்படும், கட்டுப்பட்ட அணுக்கரு வினையைச் சாதிக்க முயலுகிறார்கள்.

வேதியியல் அறிஞர்களுக்குக் ''குளிர்ந்த'' ப்ளாஸ்மாவே போதுமானதாயிருக்கிறது. பத்தாயிரம் டிகிரி வெப்ப நிலையில் ஒரு வேதிவினை செல்லும் போக்கை ஆரய்வதைப் போன்ற மனம் கவரும் வேலை வேறு எதுவும் இல்லை.

சந்தேகப் பிராணிகள் இந்த வேலை பயனற்றதெனக் கருதினார்கள். ஏனெனில் இத்தகைய வெப்ப நிலையிலுள்ள வாயுச் சூழ்வில் எல்லாப் பொருளுமே ஒரே முடிவைத் தான் அடையும் —அவ்வளவுமே அழிந்து போகும். மிகச் சிக்கலான மூலக்கூறுகள் தனி அணுக்களாகவும் அயனிகளாகவும் உடைந்து விடும் என்று நினைத்தனர்.

உண்மை இவ்வளவு எளிய தன்மையுள்ளதாக இல்லை. ப்ளாஸ்மா அழிக்கவும் வல்லது. ஆக்கவும் வல்லது. புதிய வேதிச் சேர்மங்களைச் சுலபமாக ப்ளாஸ்மாவில் தொகுக்க முடியும்.

வேறு முறைகளில் எய்த முடியாத பல சேர்மங்களை இவ்வாறு பெற முடியும்.

எந்த வேதியியல் பாடப் புத்தகங்களிலும் வருணிக்கப்படாத விநோதமான பொருள்கள் இவை: Al_2O, Ba_2O_3, SO, SiO, CaCl ஆகிய பிறவும். இவற்றில் மூலகங்கள் (அரிதான) முறைக்கு மாறான இணை திறன்களைக் காட்டுகின்றன. இது ஒரு சுவராசியமான விஷயம். ஆனால் இதை விட முக்கியமான வேலைகளைப் ப்ளாஸ்மா வேதியியல் செய்ய முற்பட்டிருக்கிறது. நாம் முன்னமே அறிந்திருக்கும் மதிப்புள்ள பொருள்களை விரைவாகவும் அதிகச் செலவு இன்றியும் உற்பத்தி செய்யும் வேலையில் ஈடுபட்டுள்ளது.

அதன் சாதனைகளைப் பற்றி ஒரு சில வார்த்தைகள் கூறுவோம்.

பல அங்ககத் தொகுப்பு முறைகளில் மிக முக்கியமான தொடக்கப் பொருளாகப் பயன்படுகிறது அசெடிலீன், உதாரணம்—பிளாஸ்டிக்குகள், ரப்பர், சாயப் பொருள்கள், மருந்துகள் முதலியன. ஆயின் அசெடிலீன் இன்னமும் பழைய முறையிலேயே, அதாவது கால்சியம் கார்பைடை நீரின் உதவியால் பகுத்துத்தான் தயாரிக்கப்படுகிறது. இப்பழைய முறையில் செலவும் அதிகம், வசதியும் குறைவு.

பிளாஸ்மோட்ரானில் அனைத்துமே வேறு விதத்தில் நிகழ்கிறது. ஹைடிரஜனைக் கொண்டு உண்டாக்கப்பட்ட ப்ளாஸ்மா 5000°C வெப்ப நிலையில் உள்ளது. அது பீரிட்டுப் பாய்ந்து தனது அபரிமிதமான சக்தியை ஒரு தனிப்பட்ட அமைப்புள்ள வினைக்கருவியினுள் செலுத்துகிறது. மீதேன்

வாயு இதனுள் செலுத்தப்பட்டு, தீவிர நிலையில் மீதேனும், ஹைடிரஜனும் கலக்கின்றன. ஒரு விநாடியில் பதினாயிரத்திலொன்றென்றும் கால அளவினுள் மீதேனில் 100க்கு 75 விழுக்காடு அசெடிலீனாக மாறுகிறது.

இது வேதி வினை லட்சியத்தையே தொட்டு விடுகிறதல்லவா! ஆம் என்று கூறத்தான் நினைக்கிறோம். துரதிருஷ்ட வசமாக எங்கேயோ ஒரு இடர்பாடு இருந்து கொண்டு தான் இருக்கிறது. ப்ளாஸ்மாவின் அதி வெப்பச் சூழ்வில் அசெடிலீன் ஒரு கணம் தாமதித்து நின்றால் அது சிதைந்து போக ஆரம்பிக்கிறது. ஆகவே வெப்ப நிலை அபாயமற்ற அளவுக்குத் துரிதமாக இறக்கப்பட வேண்டும். இதைச் சாதிக்கப் பல வழிகள் உண்டெனினும் செய்முறை சம்பந்தமான பெரும் இடர்ப்பாடு இது தான். இது வரை சாதிக்க முடிந்தது. 100க்கு 15% அளவு மட்டும் அசெடிலீனை சிதைவிலிருந்து காப்பாற்றலாம் என்பது தான். சீர்தூக்கிப் பார்க்குங்கால் இது அப்படியொன்றும் மோசமான சாதனை அல்ல!

திரவ நிலையில் கிடைக்கின்ற மலிவான ஹைட்ரோகார்பன் சேர்மங்களைப் பிளாஸ்மா வேதியியல் முறையில் சிதைத்து, அசெடிலீன், எதிலீன், ப்ரோபிலீன் ஆகியவைகளைத் தயாரிக்க ஒரு பரிசோதனைச்சாலை முறை உருவாகியுள்ளது.

வளி மண்டலத்தில் உள்ள நைட்ரஜனை வேதிப் பிணைப்பினுள் அகப்படுத்துதல், இம்முறையில் தீர்க்கப்பட வேண்டிய மற்றுமொரு முக்கியமான பிரச்சினை ஆகும். அம்மோனியா போன்ற நைட்ரஜன் சேர்மங்களை வேதி முறையில்

தயாரித்தல் வெகு பிரயாசையுடனும், பணச் செலவுடனும் செய்ய வேண்டிய ஒரு காரியம். சில பத்தாண்டுகளுக்கு முன் நைட்ரஜன் ஆக்ஸைடு களைத் தொழிற்சாலை அளவில் மின்சாரத்தைப் பயன்படுத்தித் தொகுக்கும் முயற்சிகள் செய்யப்பட்டன. ஆனால் அம்முறைகளில் பொருளாதாயம் மிகவும் குறைந்ததாக இருந்தது. இதிலும் பிளாஸ்மா வேதியியல் உறுதியளிப்பதாக இருக்கிறது.

பரிதி—ஒரு வெதி வினையாளன்

ஒரு சமயம், நீராவி ஊர்தியைக் கண்டு பிடித்த ஸ்டீபென்ஸன், தனது நண்பரும், புவியியல் அறிஞருமான பெக்லாண்ட் என்பாருடன் இங்கிலாந்தில் முதன் முதலில் அமைக்கப்பட்ட புகை வண்டிப் பாதையினருகில் நடந்து கொண்டிருந்தார். சிறிது நேரத்திற்குப் பிறகு அவர்கள் ஒரு புகை வண்டி செல்வதைக் கண்டனர்.

'பெக்லாண்ட், இந்தப் புகை வண்டி நகர்வது எதனால் என்று நீ நினைக்கிறாய்?'' என்றார் ஸ்டீபென்ஸன்.

''இதிலென்ன ஐயம், உனது வியக்கத் தக்க ஊர்தியை ஓட்டுபவனின் கையின் திறம் தான்.''

''இல்லை.''

''அப்படியா, இந்தப் பொறியை இயக்கும் நீராவி தான் காரணமோ?''

''இல்லை.''

''கொதிகலனின் அடிப்புறம் எரிகின்ற தீ தானோ காரணம்.''

''அதுவும் தவறு. அது சூரியனால் இயக்கப்படு

கிறது. வெகு காலத்திற்கு முன் உயிருடன் இருந்து பின்னர் நிலக்கரியாக மாறிய தாவரங்களின் மேல் விழுந்த சூரிய சக்தியினுல் அந்த ஊர்தி இயங்குகிறது. அந்த நிலக்கரியைத் தான் ஊர்தியை ஓட்டுபவர் அள்ளி ஸ்டோகரில் போடுகிருர்.''

உயிரினங்கள் யாவுமே அதிலும் முக்கியமாகச் செடி வர்க்கங்கள் தோன்றுவதற்குச் சூரியனே காரணம். செடிகளை இருளில் வளர்க்க முயன்முல் தெரியும், சாறுள்ள பசுமையான தண்டுகளுக்குப் பதிலாக, வெளிர்த்துப்போய் மெலிந்த நூலிழைகளைத் தான் காண முடியும். சூரியன் ஒளியின் கிரியையினுல் இலைப்பச்சை [chlorophill] (இலைகளிலிருக்கும் பசிய பொருள்) காற்றிலுள்ள கார்பன் டையாக்ஸைடைச் செடியின் உடலிற் பெரும் பகுதியாக அமைந்த அங்ககப் பொருள்களின் சிக்கலான மூலக்கூறுகளாக மாறுகிறது.

ஆகவே, சூரியன் தானே—அதாவது அதன் ஒளிக்கதிர்கள் தாமே—முதலிடம் பெறத் தக்க வேதி வினையாளர், தாவரங்களிலுள்ள அங்ககப் பொருள்களனைத்தையும் வேதி வினைத் தொகுப்பு முறையில் உருவாக்க வல்லவை அவையல்லவா! அப்படித் தான் தோன்றுகிறது. தாவரங்களினுல் கார்பன் டையாக்ஸைடு உட்கிரகிக்கப்படுதல் ஒளிச்சேர்க்கை [photosynthesis] என்று பொருத்தமாகத் தான் பெயரிடப்பட்டிருக்கிறது.

ஒளியின் செயலாளர் பல வேதி வினைகள் நிகழ்கின்றன என்பது தெரிந்ததே. அவ்வினைகளை ஆராயும் வேதியியலின் ஒரு தனிப்பட்ட கிளையும் உண்டு—அதற்கு ஒளி வேதியியல் [photochemistry] எனப் பெயர்.

இதுவரை ஒளி வேதி வினைகளின் ஆய்வு ப்ரோட்டீன்(protein)களையோ, ஹைட்ரோகார் பன்களையோ சோதனைச் சாலையில் உருவாக்கு வதில் வெற்றி பெறவில்லை. இச் சேர்மங்களே தாவரங்களில் நிகழும் ஒளிச் சேர்க்கையின் பிர தானமான விளைவுகளாகும். வினையின் முதற் படியில் தாவரம், மிகச் சிக்கலான அங்கக மூலக் கூறுகளின் தொகுப்பில், கார்பன் டையாக்ஸைடு நீர், சூரியனின் ஒளி இவற்றையே பயன்படுத்து கிறது. ஆயினும் இதில் பங்கு கொள்ளும் வேறு பொருள்களும் இருக்கலாமல்லவா? ஒரு பெரிய தொழிற்சாலையைக் கற்பனை செய்து கொள்ளுங் கள். அதன் ஒரு முனையில் குழாய்களின் மூலம் சோடா, பெட்ரோலியம், பொட்டாஷியம் நைட் ரேட் முதலியன உட்செலுத்தப்படுகின்றன. மறு முனையில் வாயில்களின் வழியே ரொட்டி முதலிய உணவு வகைகள், சர்க்கரை ஆகியவற்றைச் சுமந்த லாரிகள் வெளியே செல்லுகின்றன. இது வெறுங் கற்பனை தான். ஆயினும் இது தான் தாவரங் களில் நிகழ்கிறது.

தாவரங்கள் தமக்கே உரிய சில கிரியா ஊக்கி களைப் பெற்றவை. அவற்றுக்கு என்ஸைம்கள் எனப் பெயர். ஒவ்வொரு என்ஸைமும் ஒரு குறிப் பிட்ட வேதி வினையை முன் அல்லது பின் நோக்கி, ஒரு திசையில் செலுத்த வல்லது. ஆகவே சூரி யன் ஒளிச்சேர்க்கை என்னும் வினையைத் தான் மட்டும் தனித்துச் சாதிப்பதில்லை. தனது வினைத் தோழர்களான என்ஸைம்களுடன் கூட்டாகத் தான் செயலில் ஈடுபடுகிறதெனத் தோன்றுகிறது. சூரியன் வேதி வினைக்குத் தேவையான ஆற்றலைத்

லேத் தருகிறது. என்ஸைம்கள் வேதி வினையைச் சரியான திசையில் செலுத்துகின்றன.

நாம் இன்னமும் இயற்கையை மிஞ்சிவிட இயலவில்லை என்பது உண்மைதான். பல பொருள்களைத் தயாரிக்கின்ற தாவரங்களின் திறமையை நாம் இன்னும் எட்டிவிடவில்லை. ஆயினும் சில வேதி வினைகளை நாம் விரும்பிய திசையில் செலுத்தவல்லவர்களாக இருக்கிறோம். இவ்வகையிலே ஒளிச்சேர்க்கையை பற்றிய விவரங்களை விஞ்ஞானிகள் ஆய்ந்து கண்டறிந்தது பெரும் பயனுள்ளதாகும். சிறிது காலத்திற்கு முன்பு பல வேறு நிறங்களுள்ள ஒளியைத் தாவரங்களின் மீது படரச் செய்தால், நிகழும் ஒளிச் சேர்க்கையின் விளைவாகப் பெறும் பொருள்களும் பல்வேறு சேர்மங்கள் என்பது கண்டறியப்பட்டது. உதாரணமாக, சிவப்பு-முஞ்சள் ஒளிக்கதிர்கள் படுவதன் விளைவாகத் தரசங்களும் [carbohydrates], நீல ஒளி படுவதனுல் ப்ரோட்டீன்களும் முக்கிய விளைவுப் பொருள்களாகும்.

ஆகவே அண்மையிலுள்ள எதிர்காலத்தில், தாவரங்களைக் கொண்டு பெரும் அளவில், மனிதர்கள், தங்களுக்கு வேண்டிய மிக அரிய அங்ககச் சேர்மங்களைக் கூடப் பெற முடியும் என்று எதிர்பார்ப்பது நியாயம் தான். இன்னும் கூறப்புகின், பெரும் தொழிற்சாலைகளைக் கட்டி, அவற்றில் பிரத்தியேகமான கருவிகள் அமைத்து, சிக்கலான தொகுப்பு முறைகளுக்குரிய தொழில் நுட்ப வகைகளைக் கையாளுவதற்குப் பதில், தாவரங்கள் வளர்ப்பிற்குரிய வெப்ப தட்பக் கூடங்கள் [hothouses] சமைத்து, அவற்றுள் செலுத்தப்

பெறும் ஒளிக் கற்றையின் பிரகாசத்தையும், நிற அமைப்பையும் கட்டுப்படுத்தி, வேண்டிய வகையில் பயன்படுத்திக் கொண்டாலே போதுமானதாகும். எளிய கட்டமைப்புள்ள தரசங்களிலிருந்து, வெகு சிக்கலான ப்ரோட்டீன்கள் வரை எல்லாவற்றையும் தாவரங்களே தயாரித்து விடும்.

இரு வகையில் வேதித் தளைகள்

பொருள் வகைகள் எல்லாம் அணுக்களால் ஆனவை என்பதை அறிந்திராத விஞ்ஞானிகள் பண்டைக் காலத்திலும் இருந்தனர். ஆயினும் இவ்வணுக்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று எவ்வாறு இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்பதைப் பற்றிய அறிவியல் சிந்தனை அக்காலத்தில் ''பேசாத மௌனி'' யாகவே இருந்தது, அல்லது விநோதக் கற்பனைகள் என்னும் கடலின் அலைகளின் மீதேறி உயர்ந்தும் தாழ்ந்தும் ஆடியது.

உதாரணமாகப் புகழ்பெற்ற ஃப்ரெஞ்ச் இயற்கை நூல் அறிஞரான டெகார்ட், சில அணுக்களுக்குக் கொக்கிகள் போன்ற முண்டுகள் கொண்டவை என்றும் நம்பினர். ஒன்றின் கொக்கி மற்றொன்றின் துளைக் கண்ணில் பொருந்துவது தான் அணுக்கள் இணைவதாகும் என்று நினைத்தார்.

மக்களுக்கு அணுக்களின் கட்டமைப்பைப் பற்றி ஒன்றும் தெரியாத பொழுது, அவற்றின் இணைப்பு, அதாவது வேதிப் பிணைப்பைப் பற்றிய சிந்தனைகள் அடிப்படை அற்றவைகளாகத் தான் இருந்தன. வேதிப் பிணைப்பைப் பற்றிய

உண்மை நிலையை அறிய, விஞ்ஞானிகளுக்கு மின்னணு துணையாயிற்று என்பது உண்மை தான். ஆயினும் இது சீக்கிரமாக எளிதில் நிகழ்ந்து விடவில்லை. 1895ல் மின்னணு கண்டு பிடிக்கப் பட்டது. அதற்கு ஏறக்குறைய இருபது ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர்தான் மின்னணுவைப் பயன் படுத்தி, வேதிப் பிணைப்புக்கு விளக்கம் பெறும் முயற்சிகள் தோன்றின். அதாவது அணுக்கருவைச் சுற்றி மின்னணுக்கள் அமைந்திருக்கும் சட்டமைப்பு அறியப்பட்ட பின்னர் வந்தவை இம் முயற்சிகள்.

ஓர் அணுவைச் சேர்ந்த மின்னணுக்கள் யாவுமே வேதிப் பிணைப்பில் பங்கு பெறுவதில்லை. அணுக்களின் வெளிக் கூட்டில் அல்லது அதிலும் அதற்குள் அமைந்த அடுத்த கூட்டிலும் உள்ள மின்னணுக்களே இதில் பங்கு பெறுபவை.

ஒரு சோடியம் அணு ஒரு ஃப்ளூரின் அணுவைச் சந்திப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம். முன் கூறியது தனது வெளிக் கூட்டில் சுழலும் ஒரு மின்னணுடையதாக இருக்கிறது. பின் கூறியது வெளிக் கூட்டில் ஏழு மின்னணுக்கள் கொண்டது. இவற்றின் சந்திப்பு ஒரு நொடிக்குள் அதிக ஸ்திரத்தன்மை கொண்ட சோடியம் ஃப்ளூரைடு என்னும் பொருளைத் தோற்றுவிக்கிறது. எப்படி? மின்னணுக்கள் மாறி அமைதலால் தான்.

சோடியம் அணு தனது வெளிக் கூட்டு மின்னணுவை எளிதில் இழக்கிறது. இவ்வாறு அது ஒரு நேர் மின் அயனியாகி விடுகிறது. அத்துடன் அதன் வெளிக் கூட்டிற்கு அடுத்த கூட்டை மூடியிருந்த திரை விலகி விடுகிறது. இந்தக் கூட்டில்

எட்டு மின் அணுக்கள் உள்ளன. இது எளிதில் உடைக்க முடியாத எட்டு மின்னணுக் கூடு ஆகும்.

இதற்கு மாருக ஃப்ளூரின் அணு சுலபமாக தனது வெளிக் கூட்டில் ஒரு அணுவைக் கூடுதலாக ஏற்கிறது. ஆகவே அதன் வெளிக் கூடும் ஒரு எட்டு மின்னணுக் கூடு ஆகி விடுகிறது. இதனுல் எதிர் மின்னேற்றம் கொண்ட ஒரு ஃப்ளூரின் அயனி தோன்றுகிறது.

நேர் மின்னேற்றமும் எதிர் மின்னேற்றமும் ஒன்றையொன்று கவர்வன. ஒன்றுக்கொன்று எதிரான மின்னேற்றங்கள் கொண்ட சோடியம், ஃப்ளூரின் அயனிகளை மின் விசைகள் ஒன்றுடன் ஒன்று நெருங்கும்படி இழுக்கின்றன. இதனுல் ஒரு வேதிப் பிணைப்பு தோன்றுகிறது. இதற்கு அயனிப் பிணைப்பு [ionic bond] எனப் பெயர். வேதிப் பிணைப்புகளில் இது முக்கியமான தொன்ருகும்.

வேதிப் பிணைப்பின் மற்ெருரு வகை கீழ்க் கண்டவாறு.

ஃப்ளூரின் மூலக்கூறு F_2 என்னும் சேர்மம் எவ்வாறு உண்டாகிறது? ஃப்ளூரின் அணுக்கள் தங்கள் வெளிக் கூடுகளில் உள்ள மின்னணுக்களை இழந்து விட முடியாது. ஆகவே வேறு வேறு மின்னேற்றங்கள் கொண்ட அயனிகள் இவ் விஷயத்தில் ஏற்பட முடியாது.

ஃப்ளூரின் அணுக்களுக்கிடையில் உள்ள வேதிப் பிணைப்பு ஒரு ஜோடி மின்னணுக்களால் சாதிக்கப்படுகிறது. அணுக்களில் ஒவ்வொன்றும் தங்களுடைய ஒரு மின்னணுவை பொதுப்பயன் சேமிப்பாக வழங்குகின்றன. இதன் விளைவாக இரு அணுக்களுக்குமே இப்போழுது எட்டு மின்

னணுக்கூடு தோன்றி விடுகிறது. அதாவது ஒவ்வொரு அணுவுக்கும் தனிச் சொந்தமாக ஆறு மின்னணுக்களும், பொதுச் சொந்தமாக இரண்டு மின்னணுக்களும் அமைகின்றன. இத்தகைய பிணைப்புக்குப் பொது மின் பிணைப்பு [covalent bond] என்று பெயர்.

நாம் அறிந்த வேதிச் சேர்மங்களில் பெரும் பாலானவை மேற்கூறிய இருவகை வேதிப் பிணைப்புகள் கொண்டவையே.

வேதியியலும் கதிர் வீச்சும்

இதுவரை வேதியியல் அறிஞர்கள் பசும் இலைகளை உண்டாக்கும் திறன் படைத்து விட வில்லை. எனினும் ஒளி, நடைமுறையில் ஒளி வேதி வினைகளைச் சாதிப்பதற்குப் பயன் படுத்தப் படுகிறது உண்மையே. செயல் முறையில் பயனுறும் ஒளி வேதியியலுக்கு ஒரு நல்ல உதாரணம். ஒளியே மேலான புகைப்படக் கலைஞன்.

ஆனால் வேதியியல் அறிஞர்கள் சாதாரண ஒளிக் கதிர்களில் மட்டுமே அக்கரை கொண்ட வர்கள் அல்ல. எக்ஸ் கதிர்கள் [X-rays], அணுக் கருக்கள் வீசும் கதிர்கள் ஆகியவையும் உண்டல் லவா? அவை அளப்பரிய சக்தியைப் பெற்றிருக் கின்றன. உதாரணமாக, சாதாரண ஒளியை விட எக்ஸ் கதிர்கள் ஆயிரக்கணக்கான மடங்கும், காமாக் கதிர்கள் [gamma-rays] பல மிலியன் கணக் கான மடங்கும் ஆற்றல் உள்ளவை.

ஆகவே, அவற்றை வேதியியல் அறிஞர்கள் கவனிக்காமல் இருந்து விட முடியுமா?

அதனுல் கலைக் களஞ்சியங்களிலும், பாடப் புத்தகங்களிலும், சிறப்பு வெளியீட்டுப் புத் தகங்களிலும், பிரசுரங்களிலும், பொதுமக்களுக் கென்று வெளியிடப்படும் சிறிய புத்தகங்களிலும் ''கதிர் வேதியியல்'' என்ற புதிய சொற்ருெடர் தோன்றியது. வேதி வினைகளில் கதிர் வீச்சு களுக்குள்ள தொடர்பை ஆராயும் விஞ்ஞானப் பகுதியின் பெயர் இதுவே.

விஞ்ஞானத்தில் இது ஒரு இளம் பகுதியே யாயினும் இப்பொழுதே அது தனது பல சாதனை களைப் பற்றி எடுத்துரைக்க முடியும்.

உதாரணமாக, கல்லெண்ணெ வேதியியலில் [petroleum chemistry] மிகச் சாதாரணமான செய் முறை ஒன்று முறித்தல் [cracking] என்பது. இம் முறையைச் கையாளுவதனுல் அரிய கட்டமைப் புள்ள அங்ககச் சேர்மங்களை முறத்துச் சிறிய, எளிய சேர்மங்களாக்க முடியும். இம்முறையினுல் பெறும் சில ஹைடிரோகார்பன்களே பெட்ரோ லில் [gasoline] இருப்பன.

முறித்தல் என்பது நுட்பமான வேலை. அதற்கு உயர்ந்த வெப்பநிலைகள், கிரியா ஊக்கிகள், நீண்ட கால அளவுகள் ஆகிய தேவைப்படு கின்றன.

இப்படிக் கூறுகின்ருேமே! இது பழைய சங் கதி. புதிய முறையில் அதிக வெப்பநிலை, வேதி வினை ஊக்கிகள் எதுவும் தேவையில்லை—முறித் தல் வேலையைக் குறுகிய கால அளவிற்குள் முடிக்கலாம்.

இந்தப் புதிய முறையில் காமாக் கதிர்கள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. கதிர் வீச்சினுல் முறிக்

கும் வேலையை இவை செய்து விடுகின்றன. சிக்கலான அங்ககச் சேர்மங்கள் உடைந்து போகின்றன. எனவே கதிர் வீச்சென்பது ஓர் அழிக்கும் சக்தி என்று விளங்குகிறதல்லவா!

ஆயினும் இது எப்பொழுதும் உள்ள நிலையில்லா.

பீட்டா கதிர்கள் [beta-rays] எனப்படும் மின்னணுக் கற்றையை வாயு வடிவத்திலுள்ள இலேசான மீதேன், ஈதேன், ப்ரோபேன் போன்ற ஹைடிரோகார்பன்களின் மேல் விழச்செய்தால், அம் மூலக்கூறுகள் சிக்கலான சேர்மங்களாகி விடுகின்றன. அதாவது திரவ வடிவிலுள்ள கனத்த ஹைடிரோகார்பன்களாக மாறுகின்றன. கதிர் வீச்சுத் தொகுப்பு முறைக்கு இது ஒரு உதாரணம்.

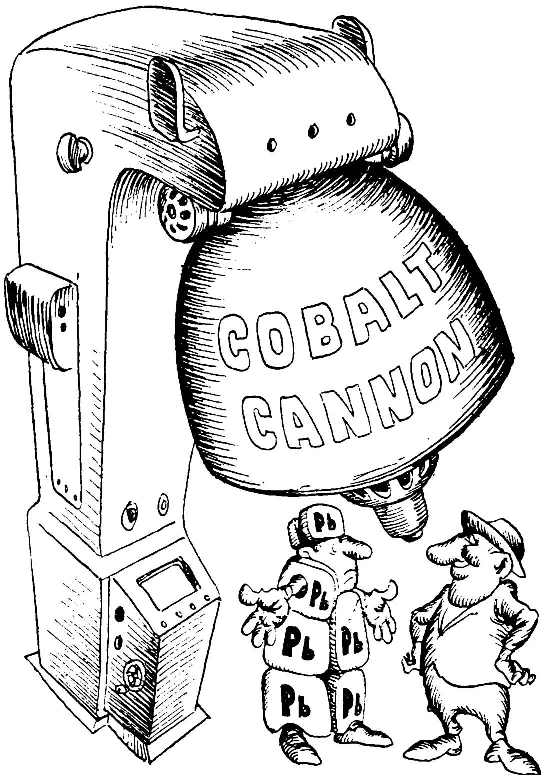
அணுக்கரு கதிர் வீச்சினுல் மூலக்கூறுகளை ஒட்டவைத்தல் என்பது பாலிமெரைஸேஷன் [polymerization] முறைகளில் பயனுகிறது.

நாம் அனைவரும் பாலிஎதிலீனைப் பற்றிக் கேள்விப்பட்டிருக்கிறேம். எனினும் அதைத் தயாரிக்கும் முறை மிகவும் சிக்கலானது என்பது நம்மில் பலருக்குத் தெரிந்திராது. அம்முறைக்கு உயர்ந்த அடுத்த நிலைகள், பிரத்யேகமான கிரியா ஊக்கிகள், தனிச் சிறப்புள்ள சாதனங்கள் ஆகியவை தேவைப்படுகின்றன. அதிர் வீச்சினுல் பாலிமரைஸேஷன் வினை நிகழும்பொழுது, மேற்கூறிய ஒன்றுமே தேவையில்லை. பாலிஎதிலீனின் விலையும், படிக்குப் பாதியாகக் குறைந்து விடுகிறது.

இவை கதிர் வேதி இயலின் சில சாதனைகளே. நாளுக்கு நாள் இவ்வியலின் சாதனைகள்

விஞ்ஞானிகளின் கவனத்தை மேலும் மேலும் கவரத் தக்க முறையில் வளர்ந்து வருகின்றன.

ஆயினும் ஒன்று கூற வேண்டும். அணுக் கருக் கதிர் வீச்சென்பது மனிதனின் தோழர் மட்டுமல்ல, அவனுடைய வைரியுமாகும். இக் கதிர்கள் நுட்பமாக இயங்கக் கூடிய இரக்கமற்ற



எதிரியைப் போன்றவை. கதிர் வீச்சு நோய் [radiation sickness] என்னும் வியாதியை இவை தோற்றுவிக்கின்றன.

இந்த அபாயகரமான நோய்க்கு இதுவரை பொதுவான மருந்து அல்லது சிகிச்சை முறைகள் இல்லை. இதற்குச் சிறந்த வழி கதிர் வீச்சு நம் மேல் விழுவதை இயன்ற வரை நீக்குவது தான்.

இது எப்படி? ஈயப் பாளங்கள், பல மீட்டர்கள் கனமான காங்க்ரீட் சுவர்கள், கல்லினுலும், உலோகத்தினுலுமான பல கனத்த அடுக்குகள் ஆகியவை இக் கதிர் வீச்சைக் கிரகித்து நீக்குகின்றன என்பது நிச்சயம். ஆனால் இதில் பணச்செலவும் அதிகம். மேலும் இம்முறையும் தொந்தரவானதும், வசதியற்றதுமாகும். ஒரு மனிதன் ஈய உடைகள் தரித்திருப்பதை கற்பனை செய்து பாருங்களேன்...

வேதியியல் அறிஞர்களே, எங்கிருக்கிறீர்கள்? கதிர் வீச்சிலிருந்து நம்பகமான முறையில் மனிதனைக் காப்பதற்கு ஒரு எளிய வழியை நீங்கள் காண முடியாதா?

இத்துறையில் முதற் பரிசோதனைகள் செய்யப்பட்டு விட்டன(பரிசோதனைகள் மட்டும் தான்).

புகைப்படத் தகடுகளையும், ஃபிலிம்களையும் எக்ஸ் கதிர்கள் ஒரு நொடிக்குள் கருமையாக்கி விடுகின்றன என்பது தெரிந்த விஷயம் தான். ஒளியில் தன்மை மாறக்கூடிய வெள்ளி ப்ரோமைடு கூழ் [emulsion] அடுக்குகளில் அவை படும் பொழுது, வெள்ளி ப்ரோமைடு சிதைகிறது.

சில ஆண்டுகளுக்கு முன் இத்தாலிய வேதியியலறிஞர்கள் செய்தது என்ன தெரியுமா? ஒரு புகைப்படத் தகட்டின் மேலே டைடேனிய சல்பேட்டு, ஸெலீனியஸ் அமிலம் ஆகிய அனங்ககச் சேர்மங்களின் கரைசலைத் தடவி விட்டார்கள். புகைப்படத் தகடு சாதாரண ஒளிக்கு மட்டுமன்றி எக்ஸ் கதிர்களுக்கும் கூட உணர்ச்சியற்றதாகிவிட்டது.

இதன் காரணம் யாது? இப்பொருள்களுக்கும், வெள்ளி ப்ரோமைடுக்கும் ஏதோ ஒரு வேதிவினை நிகழ்ந்து, கதிர் வீச்சை எதிர்க்கும் திறன் கொண்ட புதிய சேர்மங்கள் உருவாகி விட்டனவா?

இல்லவே இல்லை. எந்தப் புதிய வேதிச் சேர்மமும் தோன்றி விடவில்லை. ஏனெனில் புகைப் படத் தகட்டை நன்கு நீரினுல் கழுவியதும், அதன் பழைய ஒளி உணர் தன்மையைத் தகடு மீண்டும் பெற்று விட்டது. சுருங்கக் கூறினுல், என்ன நிகழ்ந்தது என்று இன்னமும் யாருமறியாத மர்மம். கதிர் வீச்சிலிருந்து காத்துக்கொள்ள முடியலாம் என்பதற்கு, இது சற்றும் எதிர்பாராத வகையில் கிடைத்த ஒரு சூசகம்.

ஆகவே இப்போதே நம் மனக் கண்ணிலே பார்க்கிறோம்—ஒரு மனிதனை. அவன் ஒரு சாதாரண உடை அணிந்திருக்கிறன். அது ஒரு தனிச் சிறப்புள்ள வேதிச் சேர்மத்தில் தோய்த்தெடுக்கப்பட்டதனுல் மரணம் விளைக்கும் கதிர்களைக் கூடத் தடுத்து விடக்கூடிய திறம் படைத்ததாயிருக்கிறது.

மிக நெடிய வேதி வினை

சமீப காலத்தில் வேதியியல் அறிஞர்கள் தங்கள் சோதனைச்சாலைகளில், பல நூறு, ஆயிரக் கணக்கில் அரிய பல சேர்மங்களை உருவாக்கி யுள்ளனர். அவற்றில் சில மிக மிகச் சிக்க லான கட்டமைப்புள்ளவை. அவற்றின் அமைப் பை வரைந்து காட்டுதலே மிகக் கடியமான வேலை. அதிக நேரம் செலவிட்டாலொழிய முடிக்கக் கூடாத வேலை அது.

மிக முக்கியமான ஒரு ப்ரோட்டீனின் மூலக் கூறை வேதித் தொகுப்பு முறையில் உருவாக்கு வதுதான். அங்கக வேதியியலில் அறிஞர்களின் மாபெரும் சாதனை என்று கூறுவதில் சிறிதும் ஐயமில்லை.

நாம் இப்பொழுது கூறுவது, இன்ஸுலின் என்னும் ஹார்மோனின் [hormone] வேதித் தொகுப்பைப் பற்றி பிராணிகளின் உடலில் கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் வளர்சிதை மாற்றத் தைக் கட்டுப்படுத்தும் தன்மை உள்ள பொருள் இதுவே.

இந்த மூலக்கூறின் கட்டமைப்பைப் பற்றிக் கூறப் புகுந்தால் பக்கம் பக்கமாக விவரிக்க வேண்டும். இத்தகைய மூலக்கூறுகளின் அமைப் பில் சில பகுதிகள் வேதியியல் நிபுணர்களுக்கே தெரியாத விஷயங்கள் இன்ஸுலின் உண்மையில் ஒரு பேருருவ மூலக்கூறு. அதில் உள்ள தனிமங் கள் மிகச் சிலவே எனினும் அவற்றின் அணுக் கள் அமைந்திருக்கும் இணைப்பு முறை மிக அரி யது விரிவானது.

ஆகவே விஷயத்தைச் சற்று எளிதாகக் கூற முற்படுவோம். இம் மூலக்கூறில் இரண்டு சங்கிலித் தொடர் அமைப்புகள் உள்ளன. A, B என்பதான இவ்விரு சங்கிலித் தொடர்களும் ஒன்றுடன் ஒன்று இரட்டை கந்தக அணுப் பிணைப்பினுல் [disulphide bond] இணைந்திருக்கின்றன. அதாவது அவற்றின் குறுக்கே பாலம் போல் இரு கந்தக அணுக்கள் கொண்ட இணைப்பு உள்ளது.

இன்ஸுலின் மூலக்கூறை உருவாக்குதற்குரிய திட்டம் கீழ்க் கண்டவாறு. முதலில் A,B என்னும் இரு சங்கிலித் தொடர்களையும் தனித் தனியே தொகுத்துக் கொள்ள வேண்டும். பின் இவ்விரண்டையும், இரட்டைக் கந்தக அணுப் பிணைப்பினுல் இணைக்க வேண்டும்.

இப்பொழுது கொஞ்சம் கணக்குப் போடுவோம். A என்னும் சங்கிலித் தொடரை உருவாக்குவதற்கு மட்டுமே வேதியறிஞர்கள் ஏறக்குறைய நூறு தொடர் வேதி வினைகளைச் செய்து முடிக்க வேண்டியதாயிற்று. B என்னும் தொடருக்கு, நூற்றுக்கு மேற்பட்ட தொடர் வினைகள் தேவையாகின்றன. ஆகவே இது மிகச் சிரமமானது மட்டுமன்றிப் பல மாதங்கள் தொடர்ந்து செய்து முடிக்க வேண்டிய வேலை.

ஒரு வாறு, இறுதியில் இரு சங்கிலித் தொடர்களும் அமைத்தாயிற்று. இப்பொழுது அவற்றை ஒன்றுடன் ஒன்று பொருத்த வேண்டும். இது தான் இவ்வேலையிலேயே பெரும் இடர்பாடுகள் மிகுந்த பகுதி. ஏமாற்றத்துக்கு மேல் ஏமாற்றத்தின் பின் கடைசியில் ஒரு நாள் மாலை சோதனையின் குறிப்புப் புத்தகத்தில் ஒரு வெகு

சுருக்கமான வாக்கியம் எழுதப்பட்டது: ''இன்ஸுலின் மூலக்கூறின் தொகுப்பு முறை வேலை முடிந்தது,'' என்று.

செயற்கை முறையில் இன்ஸுலினை அமைக்கும் முயற்சியில் விஞ்ஞானிகள் இருநூற்று இருப்பத்து மூன்று தொடர் வினைகளைச் செய்து முடித்தனர், என்பதை நினைத்துப் பாருங்கள். இதற்கு முன் எந்த வேதிச் சேர்மத்தின் தயாரிப்பும் இவ்வளவு கடினமாக இருந்தது இல்லை. பத்து மனிதர்கள் மூன்று ஆண்டுகள் இடைவிடாமல் உழைத்த உழைப்பின் பயன் இது.

ஆனால் உயிர் வேதியியலறிஞர்கள் ஒரு அபூர்வமான உண்மையைக் கூறுகிறார்கள். ஒரு உயிர்ப் பிராணியின் செல்லில் இதே மூலக்கூறு இரண்டு, மூன்று விநாடிகளில் தயராவதாக...

மூன்று ஆண்டுகள் எங்கே! மூன்று விநாடிகள் எங்கே! உயிர்ப் பிராணியின் செல்லில் உள்ள தொகுப்புச் சாதனங்கள் இன்றைய வேதியியலின் சாதனங்களைவிட எவ்வளவு மேன்மையானவை என்பது இதில் அல்லவா தெரிகிறது!

ஒரு இரசாயனக் காட்சி சாலை


Co

விடையற்ற ஒரு வினா

உலகிலுள்ள மிகப் பெரும் வேதியியல் அறிஞர்களையெல்லாம் ஒன்று கூடச் செய்து அவர்களிடம் நாம் ஒரே ஒரு கேள்வி கேட்பதாக வைத்துக் கொள்வோம்: மூலக மீள் படியமைப்பில் உள்ள தனிமங்கள் எத்துணை சேர்மங்களைத் தோற்றுவிக்கக் கூடும் என்று. மேற்கூறிய பேரறிஞர்களின் சபையினால் இதற்குத் தோராயமாகக் கூட விடை கூற முடியாது.

மிக எளிய வேதிச் சேர்மம் எது என்று நாம் அறிவோம். அது ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறு. அதைவிட எளிய சேர்மம் இருக்க முடியாது. ஏனெனில் ஹைடிரஜன் மீள் படியமைப்பில் முதல் தனிமம்; அதைவிட இலேசான மூலகமே இல்லை.

மிகச் சிக்கலான அமைப்புடைய சேர்மம் எது? இதில் தான் நாம் திட்டமாக எதையும் கூற முடியவில்லை. வேதியியலில், பல்லாயிரக் கணக்கிலும் அதற்கும் மேல் மிலியன் கணக்கிலும் அணுக்கள் கொண்ட மிகப் பேருருவ மூலக் கூறுகள் உண்டு. எனினும் சிக்கலான அமைப்புக்கு ஓர் உயர்மட்ட எல்லை இருப்பதாக இதுவரை யாரும் அறிந்திலர்.

இது ஒருபுறமிருக்க, இதுவரை நாம் அறிந்திருக்கும் சேர்மங்களின் எண்ணிக்கை எவ்வளவு என்பதை அதிகப் பிழையின்றிக் கூறிவிட முடியுமாயினும், இன்று நாம் போடும் கணக்கு, நாளை பழங்கணக்காகிவிடும். தற்காலத்தில் சுமார் பத்து புதிய சேர்மங்கள் ஒவ்வொரு நாளும் உலகின் பல சோதனைச்சாலைகளிலும் தொகுக்கப்படு

கின்றன. இந்த ஒரு நாள் ஈட்டம் ஆண்டுக்கு ஆண்டு அதிகரிக்கிறது.

வேதியியலின் செய்தித் துறை, சுமார் இரண்டு மிலியன் வேதிச் சேர்மங்கள் இதுவரை நாம் அறிந்துள்ளதாகக் கூறுகிறது. இவை இயற்கையாகக் கிடைக்கும் கச்சாப் பொருள்களிலிருந்து பிரிக்கப் பட்டவை அல்லது செயற்கை முறைகளிஞல் தயாரிக்கப்பட்டவை.

இரண்டு மிலியன் என்பது சாமானியமான எண் அல்ல. ஆனுல் இச்சேர்மங்களில், மீள் படியமைப்பென்னும் பெரிய வீட்டில் குடியிருக்கும் மூலகங்களின் பெறும் தனித்தனிப் பங்குகள் மிக வேறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன.

உயர்ந்த வாயுக்கள் எனப்படும் ஹீலியம், நியான், ஆர்கான் முதலியவற்றின் சேர்மங்கள் எத்தனை? பூஜ்யம். ப்ரோமெதியம் என்ற அரிய மண் தனிமத்தில் மூன்றே மூன்று சேர்மங்கள் உருவாக்கப்பட்டிருப் பதாக நம்பகமான முறையில் அறிகிறேம். (அவைகளை பூதவியல் அறிஞர்கள் அணுக்கரு விணையகங்களில் தயாரிக்கிருர்கள்.) இம் மூன்று சேர்மங்களும் மிகச் சாதாரணமானவை—ஹைட்ரேட், நைட்ரேட், க்ளோரைடு ஆகிய மூன்றுமே. மற்ற செயற்கைத் தனிமங்களின் நிலையும் இதுவே. இத்தகைய தனிமங்களின் சிலவற்றைத் தயாரித்த அளவு, ஒரு சில அணுக்கள் மட்டுமே... ஆகவே அவற்றின் சேர்மங்களைப் பற்றி நாம் என்ன கூற முடியும்?

ஆயினும் மெண்டலீஃபின் அட்டவணையில் தனிச் சிறந்த ஒரு மூலகம் உண்டு. அரிய பல

பொருள்களை உருவாக்கும் தன்மையில் விதிகளை யெல்லாம் மீறி விடக்கூடியது அது.

அது தான் பெரிய வீட்டில் ஆறு என்ற எண் உள்ள குடியிருப்புப் பகுதியில் இருப்பது. அதன் பெயர் கரி என்பது.

நாம் அறிந்துள்ள வேறு வேறான இரண்டு மிலியன் மூலக்கூறுகளில் ஒரு மிலியன் ஏழு நூறு



ஆயிரம் மூலக்கூறுகள் கரி அணுக்கள் அமைந்த பிணைப்புக் கூடுகள் கொண்டவையே. இச்சேர் மங்கள் வேதியியலின் ஒரு மிகப் பெரும் பகுதி யாகிய அங்கக வேதியியலில் ஆராயப்படுவன. கரியைத் தவிர, மற்ற மூலகங்களனைத்தும் அனங் கக வேதியியலில் இடம் பெறுகின்றன.

ஆகவே அங்ககப் பொருள்கள் அனங்ககப் பொருள்களைப் போல் ஏறக்குறைய ஆறு மடங்கு எண்ணிக்கை உள்ளவை என்பது தெரிகிறது.

ஒரு புதிய அங்ககப் பொருளைத் தொகுத் தல் என்பது பொதுவாக அவ்வளவு கடினமான தல்ல. அனங்கக வேதியியலறிஞர்கள் ஒவ்வொரு நாளும் ஒவ்வொரு புதிய சேர்மத்தைத் தயா ரித்ததாக அறிவிக்க முடியுமானல், வேதியியலில் மிகச் சிறந்த நிலை தோன்றி விடும் என்பதில் ஐயமில்லை. அண்மையில் இதற்குரிய முற்குறிகள் உறுதியூட்டுவதாக மாறி வருகின்றன என்பது உண்மைதான்.

கரி அணுக்களுக்குக் குறிப்பிடத் தக்க ஒரு சிறப்பு அமைந்திருப்பது அங்கக வேதியியல் அறிஞர்களுக்குப் பெரும் துணையாகிறது.

வேறுபட்ட தன்மைக்கு விளக்கமும் அதன் விளைவுகளும்

கரி அணுக்கள் எளிதில் சங்கிலித் தொடர் அமைப்பில் இணைகின்றன. ஒன்றன் பின் ஒன்ருக நீண்ட வரிசைகளில் தம்மை அமைத்துக்கொள்ளு கின்றன.

மிகச் சிறிய சங்கிலித் தொடர் இரண்டு கரி

அணுக்கள் கொண்டது. உதாரணமாக, ஈதேன் என்னும் ஹைடிரோகார்பன் மூலக்கூறு தன் வடிவத்தில் இரு கணுக்களை [links] உடையது: $CH_3—CH_3$. மிக நீண்ட சங்கிலித் தொடரில் எத்துணை கணுக்கள்? இந்த விஷயம் இன்றும் யாரும் அறியாதது. 70 கணுக்கள் கொண்ட சங்கிலி வடிவச் சேர்மங்கள் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. (இங்கு சாதாரணச் சேர்மங்களைத் தான் குறிப்பிடுகிறோம்—பாலிமர்களை அல்ல. பாலிமர்களில் ஹைட்ரோகார்பன் சங்கிலித் தொடர் மிக மிக நீண்டதாக இருக்க முடியும்.)

மற்ற தனிமங்கள் எதுவுமே இதைப் போன்று செயல்பட முடியாது. சிலிகன் மட்டுமே ஆறு அணுச் சங்கிலி அமைத்துக் காட்டும் ''டாம்பீக''த்தை மேற்கொள்ளுகிறது. விஞ்ஞானிகள் ஜெர்மானியத்தின் ஒரு அபூர்வமான சேர்மத்தைத் தோற்றுவித்துள்ளனர். இது ஹைடிரஜன் ஜெர்மானைடு Ge_3H_3. மூன்று உலோக அணுக்கள் ஒரு சங்கிலி வடிவில் சேர்க்கப்பட்ட அமைப்புடையது இது. உலோகங்களில் இதைப் போன்ற சேர்மம் வேறெதுவுமில்லை.

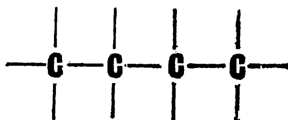
சுருங்கக் கூறின், ''சங்கிலித் தொடர் வடிவமைக்கும் தன்மை''யில் கரி அணுவிற்கு எதிர் நிற்கக்கூடிய வேறு எந்த அணுவுமே இல்லை.

ஆயினும் கரி அணுக்களின் சங்கிலி வடிவம் நீட்டுப் போக்கில் மட்டும் அமைந்திருந்தால் அங்கக வேதியியலில் இப்படிக் கட்டுக்கதை போன்ற அளவிற்குச் சேர்மங்கள் இருக்க முடியாது.

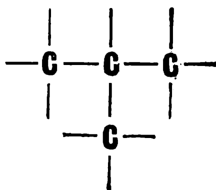
சங்கிலி வடிவங்கள் கிளைகளாகப் பிரியவும் வளைய வடிவில் இணைந்து கொள்ளவும் வல்லன.

இவ்வாறு பல பக்க வடிவங்களில் [polygons] கரி அணுக்கள் இணைகின்றன. உதாரணம் மூன்று, நான்கு, ஐந்து, ஆறு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கை கொண்ட கரி அணுக்கள் கோத்த வளையங்கள்.

பியூடேன் என்னும் ஹைடிரோகார்பனின் சங்கிலி வடிவம் நான்கு கரி அணுக்கள் கொண்டது:



இதில் அணுக்கள் வரிசையில் அமைந்திருக்கின்றன. மாறாக, அவை கீழ்க்கண்ட அமைப்பிலும் இருக்கலாம்:



இதிலும் கரி அணுக்களின் எண்ணிக்கை நான்கு தான். ஆயினும் அவற்றின் அமைப்பு மாறுபட்டிருக்கிறது. ஆகவே இரண்டாவது வரைக்கோட்டமைப்பு முதலில் கூறிய பியூடேனினின்று வேறுபட்ட பொருளைக் குறிக்கிறது. இதன் தன்மைகள் வேறு. பெயரும் வேறு: ஐசோபியூடேன்.

ஐந்து கரி அணுக்கள், ஒரே வரிசையில்

அமைவதைத் தவிர கிளை பிரிந்த வேறு அமைப் புக்களில் இணையலாம். ஒன்றுக்கொன்று வேறு பட்ட அமைப்புகள் ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொரு தனிச் சேர்மத்திற்குரியன.

ஒரே அணுக்களைக் கொண்டிருப்பினும்அமைப் பில் வேறு பட்டிருக்கும் சேர்மங்களுக்கு வேதி யியல் அறிஞர்கள் ஒரு தனிப் பெயரை வழங்கி யுள்ளனர்—அவற்றுக்கு ஐசோமர்கள் [isomers] எனப் பெயர். மூலக்கூறில் இருக்கும் கரி அணுக் களின் எண்ணிக்கை அதிகம் ஆக, ஆக, ஐசோ மர்களின் எண்ணிக்கையும் அதிகமாகிறது. தரி யாகச் சொல்லுமிடத்து, ஐசோமர்களின் எண் ணிக்கை, கரி அணுக்களின் எண்ணிக்கையைப் பொருத்து, அநேகமாக ஜியோமிதிப் பெருக்க மாக [in geometrical progression] அதிகரிக்கிறது எனக் கூறலாம்.

இதனுல் அங்கக வேதி இயலின் கருவூலங் களில் நூறு ஆயிரக்கணக்கான சேர்மங்கள் கூட்டப்படுகின்றன.

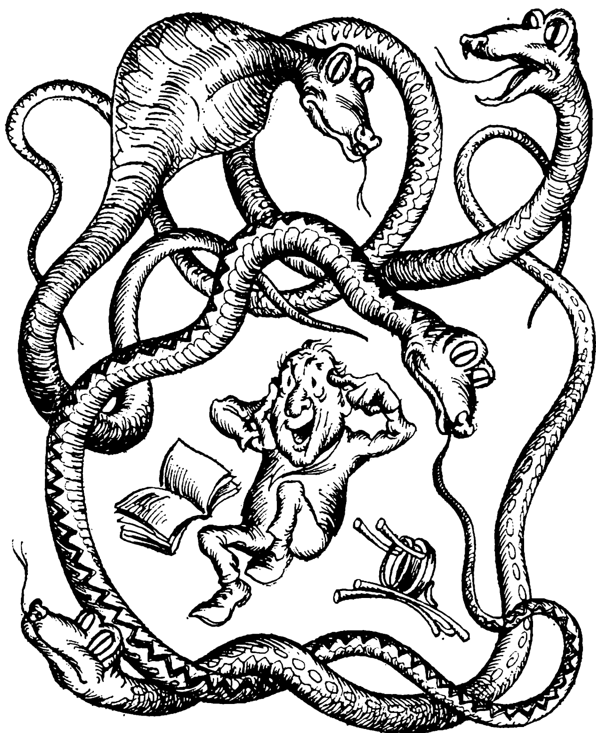
வேதி வளையங்கள்

பேரறிஞர்கள் தங்கள் மாபெரும் சாதனை களை எவ்வாறு புரிந்தார்கள் என்பது பற்றிய கதைகள் எண்ணிலடங்கா.

நியூடன் ஒரு சமயம், சிந்தனையிலாழ்ந்த வராகத் தனது தோட்டத்திலிருந்து பொழுது, திடீரென்று அவர் காலடிகளில் ஒரு ஆப்பிள் கனி விழுந்ததாகவும், அதனுல். அவர் புவி ஈர்ப்புச் சட்டத்தைப் பற்றிய கருத்துக் குறிப்பைப் பெற்றதாகவும் கூறப்படுகிறது.

மெண்டலீஃப் முதலில் மூலக அட்டவணையைத் தனது கனவில் பார்த்ததாகவும், துயில் நீங்கி எழுந்ததும், அவர் அதனைக் காகிதத்தில் எழுதும் ஒரு வேலையைத் தான் செய்ய வேண்டியிருந்ததாகவும் ஒரு கதை உண்டு.

இவ்வாறு கண்டு பிடிப்புகளைப் பற்றியும் பல வகையான கதைகள் கட்டப்பட்டுள்ளன.



ஆனால் புகழ் வாய்ந்த ஜெர்மன் வேதி இயலறிஞரான கெகுலேக்குத் தோன்றிய கருத்து உண்மையிலேயே, ஒரு விநோதமான வடிவத்தை அவர் தம் அகப்புலத்தில் கண்டு, அதனால் பெற்ற முறைமூகக் குறிப்பு எனலாம்.

விஞ்ஞானிகள் பென்ஸீனைப் பற்றி நீண்ட காலமாகவே அறிந்திருந்தனர். பென்ஸீன் மிக முக்கியமான அங்ககச் சேர்மம் ஆகும். அதன் மூலக்கூறில் ஆறு கரி அணுக்களும், ஆறு ஹைடிரஜன் அணுக்களும் இணைந்திருப்பது அவர்களுக்குத் தெரியும். அதன் பல வேதி வினைகளையும் அவர்கள் ஆராய்ந்திருந்தனர்.

முக்கியமான விஷயம் தான் அவர்களுக்குத் தெரியாது. அதாவது, ஆறு கரி அணுக்களும், மூலக்கூறில் எத்தகைய வடிவில் அமைந்திருந்தன என்பது.

இந்தப் பிரச்சினை கெகுலேக்கு அமைதி தருவதாக இல்லை. அவர் இதற்கு எப்படி முடிவு கண்டார் தெரியுமா? இதோ. அவரே பேசுவதைக் கேளுங்கள்: ''நான் எனது சாய்வு மேஜையின் அருகில் அமர்ந்து ஒரு பாடப் புத்தகம் எழுதிக் கொண்டிருந்தேன். ஆயினும் எனக்கு வேலை ஓடவில்லை. எனது எண்ணங்களோ வெகு தொலைவில் இருந்தன. அணுக்கள் என் மனக் கண்ணின் முன் நடனமிட்டன. அணுக்களின் நீண்ட பல வரிசைகள் பாம்புகளைப் போல் இங்கு மங்கும் நெளிந்தது. என் அகக் கண்ணுக்குப் புலனாகியது. திடீரென்று ஒரு பாம்பு என்னைப் பரிகசிப்பது போலத் தனது வாலைத் தன் வாயில் கௌவிக் கொண்டு சுழலத் தொடங்கியது. இடி

யிடித்துத் துயில் நீங்கியது போல நான் திடுக் கிட்டு விட்டேன்...''

கெகுலேயின் மனத்தில் தானுக எழுந்த வடிவம், கரி அணுக்களின் சங்கிலித் தொடர்களின் முனைகள் ஒன்று சேர்ந்து வளையங்களாகிவிட முடியும் என்பதை மறைமுகமாகக் காட்டியது.

கெகுலேயின் கருத்துப்படி, வேதி அறிஞர்களும், பென்ஸீனின் கட்டமைப்பைக் கீழ்க் கண்டவாறு வரைந்து காட்ட முற்பட்டார்கள்:

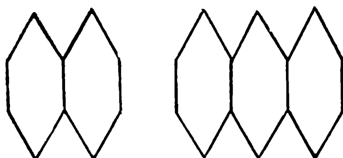


பென்ஸீன் வளையம் அங்கக வேதியியலில் ஒரு மிகப் பெரிய பாலத்தை ஏற்கிறது.

வளையங்களில் பொருந்திய கரி அணுக்களின் எண்ணிக்கை பல்வேறுக இருக்கலாமா. வளையங்கள் ஒருங்கிணைந்து அசாதாரணமான ஜியோமிதிப் படங்களைப் போல் தோற்றமளிக்கலாம். முனைகள் இணையாத கரி அணுச் சங்கிலித் தொடர்கள் எத்துணை வகையான கட்டமைப்புகள் உள்ளனவோ, அத்துணை விரிவான அமைப்பு வகைகள் உள்ளது வளையங்களின் உலகம். அங்கக வேதியியலின் எந்தப் புத்தகமும் ஜியோமிதிப் பாடப் புத்தகங்களை ஓரளவு ஒத்துருக்கும். ஏனெனில் ஜியோமிதிப் படங்கள் போன்ற அங்ககச் சேர்மங்களின் வரைக் கோட்டமைப்புப் படங்கள்

அநேகமாக ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் காணப்படு பல்லவா?

இதோ, இங்கு பென்ஸீன் வளையங்கள் ஒருங் கிணைந்து தோற்றுவிக்கும் இரண்டு விநோதமான கோல வடிவங்கள்:



இதில் இடப்புறமிருப்பது நாஃப்தலீன் மூலக்கூறின் வடிவமைப்பு. வலப்புறம் ஆந்த்ர ஸீன் மூலக்கூறின் அமைப்பு—இச்சேர்மம் கடின நிலக்கரியிலிருந்து கிடைக்கிறது.

மற்றுமொரு சாத்தியக்கூறு

கரி என்னும் தனிமம் மூன்று வகைப் பொருள்களைக் கொண்டது என்று கருதப்பட்டது. விஞ்ஞானிகள் இதை மூன்றொன்றிய தனிப் புற வேற்றுமை ["triune" allotropy] என்று குறிப் பிடுகின்றனர். அதாவது ஒரே தனிமம் மூன்று புற வேற்றுமைத் தோற்றங்களுடையதாயிருத்தல் கூடும்.

கரியின் மூன்று வடிவங்கள் வைரம், க்ராஃபைட், கார்பன் ப்ளாக் என்பன. அவை ஒன்றுக் கொன்று அதிக வேறுபாடுகள் உள்ளவை. ''கடினத் தன்மைக்கரசு'' வைரம், மிருதுவான செதில்களாக அமைந்தது க்ராஃபைட், மங்கிய

நிறம் கொண்டது கார்பன் ப்ளாக். இத்தன்மை வேறுபாடுகளின் காரணம் அவற்றின் மூலக்கூறு களில் உள்ள கரி அணுக்கள், வெவ்வேறு அமைப்பு கள் கொண்டவையாக இருப்பது தான்.

வைரத்தில் இவை நான் முனைக் கூம்பு [tetrahedron] எனப்படும் ஜியோமிதி வடிவத்தின் மூலைகளில் உள்ளன. இவற்றின் வேதிப் பிணைப்பு மிகுந்த பலம் பொருந்தியதாயிருப்பது தான் வைரத்தின் கடினத் தன்மைக்குக் காரணம்.

இதற்கு மாறாகக் க்ராஃபைட்டில் கரி அணுக் கள் பல சமாந்திரமான சம தளங்களில் இடம் பெறுகின்றன. இச்சமதளங்களை ஒன்றுக்கொன்று இணைக்கும் வேதிப் பிணைப்புகள் பலமற்றவை. இதனால் தான் கிராஃபைட் மிருதுவாகவும், எளி தில் செதில்களாக உரியக் கூடியதாகவும் இருக் கிறது.

கார்பன் ப்ளாக்கின் கட்டமைப்பைப் பற்றிப் பல சர்ச்சைகள் நிகழ்ந்துள்ளன. அது படிக வடி வம் கொண்டதல்ல என்ற கருத்து நெடுங் காலம் ஓங்கி நின்றது. திட்டமான உருவமற்ற [amorphous] ஒரு வகைக் கரி எனக் கருதப்பட்டது.

அண்மையில் கிராஃபைட்டும் கார்பன் ப்ளாக்கும் அநேகமாக ஒன்றுதான், அவற்றின் மூலக்கூறுகளின் அமைப்புகள் ஒன்றையொன்று ஒத்தவை என்பதாகக் கண்டறியப்பட்டது.

ஆகவே வைரத்தையும், கிராஃபைட்டையும் தவிர வேறு மூன்றாவதொன்றும் இல்லை எனத் தோன்றியது.

விஞ்ஞானிகளோ செயற்கை முறையில் கரி யின் மூன்றாவது வகையான தொன்றை உருவாக்க



முற்பட்டனர். அந்த வேலை கீழ்க்கண்டவாறு திட்டமிடப்பட்டது.

வைரத்திலும் கிராஃபைட்டிலும் கரி அணுக்களின் சங்கிலித் தொடர்கள் கன வடிவ அமைப்பில் வேறுபடுகின்றனவே ஒழிய, இரண்டிலும் வளையங்களாகவே உள்ளன. இந்த அணுக்களை நீட்டுப் போக்கில் நெடிய சங்கிலித் தொடர்களாக அமைக்க முடியாதா? அதாவது கரி அணுக்கள் நேர் கோட்டு வரிசைகளில் பொருந்தியிருக்கும் வகையில் பாலிமர் மூலக்கூறுகளைத் தோற்றுவிக்க முடியாதா?

எந்த வேதிப் பொருளையும் பெறுவதற்குச் சரியான முதற்பொருள்களைக் கொண்டு தானே வேலை துவக்க வேண்டும்? மேற்கூறிய ''கார்பன் நம்பர் 3'' என்னும் வகையைத் தயாரிக்கப் பயன்படக் கூடிய ஒரே ஒரு மூலப்பொருள் அசெடி

லீன் தான். இது இரண்டு கரி அணுக்களும், இரண்டு ஹைடிரஜன் அணுக்களும் கொண்ட ஒரு சேர்மம், C_2H_2.

அசெடிலீனு துவக்கப் பொருள்? ஏன்? ஏனெனில் அதன் மூலக்கூறில் கரி அணுக்கள் மிகக் குறைந்த அளவில் ஹைடிரஜன் அணுக்களுடன் பிணைந்துள்ளன. இதைவிட அதிக அளவில் ஹைடிரஜன் இருந்தால் அது தொகுப்பு வேலைக்கு முட்டுப்பாடுதான்.

அசெடிலீனுக்கு மற்றுமொரு முக்கியமான தன்மை உண்டு. விஞ்ஞானிகள் கரி அணுக்கள் மூன்று வேதிப் பிணைப்புக்களால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன (H—C≡C—H). அம்மூன்றில் இரண்டு எளிதில் உடையக் கூடியவை. அவற்றை உடைத்து, மீண்டும், அவற்றைக் கொண்டு கரி அணுக்களை, வேறு மூலக்கூறுகளின் அணுக்களுடன் அல்லது அசெடிலீன் மூலக்கூறுகளுடனேயே பொருத்தி விடலாம்.

ஆகவே திட்டமிடப்பட்ட செயல் முறையில் முதற்படி இது தான். தனித்தனி அசெடிலீன் மூலக்கூறுகளைக் கொண்டு பாலிமர் அசெடிலீனைத் தயாரித்தாக வேண்டும்.

இந்தத் துறையில்முதல் முயற்சி இது வல்ல. பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டிலேயே ஜெர்மன் வேதியியல் அறிஞரான பேயர் இதைச் சாதிக்க முனைந்தார். ஆனுல் நான்கு அசெடிலீன் மூலக் கூறுகளைக் கொண்ட டெட்ராசெடிலீனுக்கு மேல் அவரால் போக முடியவில்லை. இப்படிக் கிடைத்த சேர்மமும் ஸ்திரத் தன்மை சிறிதும் அற்றதாக இருந்தது. பல நாடுகளில் பல வேதியறிஞர்

களும் இதே பாதையில் செல்ல முயற்சித்தனர். அவர்களுடைய முயற்சிகளெல்லாம் ஏமாற்றத்தில் முடிந்தன.

இன்று நாம் அறிந்துள்ள திறன் மிகுந்த அங்ககத் தொகுப்பு முறைகளினால் தான் இறுதியில் பாலியாசெடிலீனை உருவாக்க முடிந்தது. சோவியத் விஞ்ஞானிகள் பாலியைன்கள் [polyynes] என்ற பெயர் கொண்ட புது வகை அங்ககச் சேர்மங்களைத் தயாரித்திருக்கிறார்கள். இந்தப் புதிய பிறவிகள் பிறந்தவுடனேயே நடைமுறையில் பயன்தரத் துவக்கி விட்டன. இவை சிறப்பு மிக்க அரை மின் கடத்திகள் [semiconductors] என்பவை அறியப்பட்டன.

இப்பொழுது கரியின் மூன்றாவது வகையைத் தொகுக்கும் வேலையில் இரண்டாவது பகுதியை முடிக்க வேண்டும். அதாவது பாலியாசெடிலீன் மூலக்கூறுகளிலிருந்து ஹைடிரஜன் அணுக்களை நீக்கி விட வேண்டும். அதுவும் கார்பன் அணுக்கள் பொருந்திய சங்கிலித் தொடர் சிதைந்து விடாமல் இதைச் செய்து முடிக்க வேண்டும்.

வேதி இயலின் மொழியில் ஹைடிரஜன் அணுக்களை நீக்கும் முறைக்கு ஒரு நீண்ட சிரமம் தரும் பெயர் உண்டு—"oxidative dehydropoly-condensation". இந்த முறையின் விசேடமான பகுதிகளை இப்பொழுது விவரித்துக் கொண்டிருப்பதில் பயன் ஏதுமில்லை. சோதனைச் சாலைகளின் குறிப்புப் புத்தகங்களில் இம்முறையின் விவரணம் பக்கம் பக்கமாக எழுதப்பட்டிருக்கிறது. பாலியாசெடிலீனிலிருந்து ஹைடிரஜனை நீக்குவது மிகக் கடினமான வேலையாகவே இருந்தது.

அப்படியும் சோவியத் விஞ்ஞானிகள் ஒரு மாபெரும் வெற்றியைக் கண்டார்கள்.

...அவர்கள் பெற்றது புகைக்கரியைப் போன்ற ஒரு கவர்ச்சியற்ற கரும் பொடி—வேதிப் பகுப்பாய்வு முறையில் அதில் நூற்றுக்கு 99% சுத்தமான கரி இருப்பதாகத் தெரிந்தது. ஆனல் 99 என்பது நூறு அல்லவே.

சரியாகக் கூறப்புகின், முழு வெற்றி எய்த இன்னும் ஒரு அடி செல்ல வேண்டியிருக்கிறது. மோசக்கார ஹைடிரஜனின் கடைசி ஒரு விழுக்காட்டளவையும் விரட்டியாக வேண்டுமே. இந்தக் கடைசி 1% தான் கரி அணுக்கள் நீட்டுப் போக்கில்—அதாவது சமாந்தரமான சங்கிலித் தொடர் வரிசைகளில் அமைந்து விட முடியாதபடித் தடுக்கிறது. "கரி நம்பர் 3" என்னும் பொருளைச் சென்றடையும் வழியில் இது இறுதியிலுள்ள இடர்பாடு.

தொகுப்பு முறையில் தயாரான இந்த "ஏறக்குறைய மூன்ருவது" வகைக் கரியை வேதியியல் அறிஞர்கள் 'கார்பைன்' என அழைக்கிருர்கள். இப்பொழுதே அது சில விசேடமான குணங்களைக் காண்பித்து விட்டது. அது ஒரு மிகச் சிறந்த அரை மின் கடத்தி, ஒளி மின் குணங்கள் [photoelectric properties] படைத்தது; அதன் வெப்ப எதிர்ப்புச் சக்தி நம்மைப் பெருந்திகைப்பிலாழ்த்தி விடுகிறது. 1500°C வெப்ப நிலையில் கூட அது அசைந்து கொடுப்பதில்லை.

விரைவிலேயே "நூற்றுக்கு நூறு" கார்பைன் என்பது ஒரு விஞ்ஞான உண்மையாகி விடும் என நாம் நம்பலாம்.

அரிய கட்டமைப்புள்ள சேர்மங்களைப் பற்றி ஒரு சில வார்த்தைகள்

பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டில் பல மிகப் பெரும் வேதியியல் அறிஞர்கள் இருந்தனர். அவர்களிலும் மூவர் இணையற்றவர்கள். மற்ற எவரையும் விட அவர்கள் தங்கள் விஞ்ஞான இயற்பகுதிக்காகப் புரிந்த சாதனைகள் அதிகம். தற்கால வேதியியலின் அடிக்கற்களையே அவர்கள் சமைத்தனர்.

அவர்களில் இருவர் டிமிட்ரி மெண்டலீஃப், அலெக்ஸாண்டர் புட்லெராவ் ஆகியோர். முன்னவர் மீள் படிச்சட்டத்தையும், அதன் தனிம அமைப்பையும் படைத்தவர். பின்னவர் அங்ககச் சேர்மங்களின் கட்டமைப்பைப் பற்றிய கொள்கையை ஏற்படுத்தியவர்.

மூன்றுமவர் ஜெர்மன் வேதியறிஞரான ஆல்ஃப்ரெட் வெர்னர். அவர் கண்டு பிடித்ததை இரண்டே வார்த்தைகளில் கூறி விடலாம்: ''ஒருங்கிணைப்புக் கொள்கை'' [coordination theory] ஆயினும், இது அனங்கக வேதியியலில் ஒரு புதிய சகாப்தத்தையே ஏற்படுத்தி விட்டது.

...வேதியியலறிஞர்கள் உலோகங்களுக்கும் அம்மோனியாவிற்கும் இடையில் நிகழும் வேதிவினைகளை ஆய்ந்த பொழுது இந்தக் கதை துவங்குகிறது. தாமிரக் குளோரைடு போன்ற ஒரு சாதாரண உப்பின் கரைசலுடன் அவர்கள் அம்மோனியாவைச் சேர்த்தனர். கரைசலில் உள்ள திரவப் பகுதியை ஆவியாக்கிய பொழுது கிடைத்தவை, பசுமை கலந்த நீல வண்ணப்

படிகங்கள். பகுப்பாய்வு முறையில் இப்படிகங்கள் ஒரு எளிய பகுதிப் பொருள் விகிதம் உள்ளவை என அறியப்பட்டது. ஆயினும் இவ் வெளிமையே ஒரு புதிராகத் தோன்றியது.

தாமிரக் குளோரைடின் வாய்ப்பாடு $CuCl_2$ என்பது. தாமிரத்தின் இணை திறன் இரண்டு. ஆகவே இதில் விளங்காத தொன்றுமில்லை. தாமிரக் குளோரைடு-அம்மோனியச் சேர்மத்தின் படிகங்களும் அப்படி ஒன்றும் சிக்கலானவை அல்ல: $Cu(NH_3)_2Cl_2$.

ஆயினும் இரண்டு அம்மோனிய மூலக்கூறுகளையும் தாமிர அணுவுடன் இத்தகைய ஸ்திரத்தன்மையுள்ள பிணைப்புகளால் இணைக்கும் விசைகள் எவை? தாமிர அணுவின் இணை திறன் இரண்டுமே குளோரின் அணுக்களுடன் இணைந்த பொழுது, முன்னமேயே செலவழிந்து விடவில்லையா? தாமிரம் இச் சேர்மத்தில் நான்கு இணை திறன் கொண்டதாக வில்லவா தோன்றுகிறது?

இதே போன்ற மற்றொரு உதாரணம் கோபால்ட் சேர்மம் $Co(NH_3)_6Cl_3$. கோபால்ட் மூன்று இணை திறன் கொண்ட தனிமங்களுக்கு ஒரு எடுத்துக் காட்டானது. ஆயினும் இந்தச் சேர்மத்தில் அது ஒன்பது இணை திறன் உள்ளதாகக் காணப்படுகிறது!

இதைப் போன்ற மிகப் பல சேர்மங்கள் தொகுக்கப்பட்டன. இவை ஒவ்வொன்றுமே இணை திறன் கொள்கையின் அஸ்திவாரத்தில் பதிக்கப்பட்ட, காலம் பொறுத்து வெடிக்கும் சுரங்க வெடிகள் போன்றவை. நிலைமை தர்க்க ரீதியான விளக்கங்களுக்கே ஒரு மறுப்பாகத் தோன்றியது.

பல உலோகங்கள் விபரீதமான இணை திறன்களைக் காண்பித்தன.

ஆல்ஃப்ரெட் வெர்னர் இந்த விநோதமான நிகழ்ச்சிகளுக்கெல்லாம் தகுந்த காரணங்கள் கூறுவதில் வெற்றி கண்டார். அவர் கருத்து என்ன?

“அணுக்கள் தங்களுடைய சாதாரணமான சட்ட ரீதிக்குட்பட்ட இணை திறன்களினால் நிறைவெய்திய பின்னும், அதிக பட்சமான ஒரு வகை இணை திறனைக் காட்டலாம்,” என்பது. உதாரணமாக, தாமிரம் தனது முக்கியமான இரு இணை திறன்களையும் க்ளோரின் அணுக்களுக்காகச் செலவழித்த பின், அம்மோனியாவுடன் இணைந்து விடுவதற்கான, கூடுதலான இரண்டு இணை திறன்களைச் செயற்படுத்தலாம்.

$Cu(NH_3)_2Cl_2$ போன்ற சேர்மங்களுக்கு அரிய சேர்மங்கள் [complex compounds] எனப்பெயர். இச்சேர்மத்தில் நேர் மின் அயனியான $[Cu(NH_3)_2]^{2+}$ என்னும் பகுதி சிக்கலானது. இதே போல் எதிர் மின் அயனி, சிக்கலான கட்டமைப்புக் கொண்டதாக இருக்கும் பல பொருள்கள் உண்டு. உதாரணமாக, $K_2[PtCl_6]$ என்னும் பொருளில் $[PtCl_6]^{2-}$ என்னும் அயனி உள்ளது.

ஆனால் இத்தகைய அதிக பட்சமான துணை இணை திறன்கள் [secondary valences] எத்தனை ஒரு உலோகத்திற்கு உண்டு? இது அதன் ஒருங்கிணைப்பு எண்ணைப் [coordination number] பொருத்தது. இதன் மிகச் சிறிய மதிப்பு 2. மிகப் பெரியது—12. மேற்கூறிய தாமிர-அம்மோனியா சேர்மத்தில் தாமிரத்தின் துணை இணை திறன் இரண்டு. ஒரு தாமிர அணுவுடன் எத்துணை

அம்மோனியா மூலக்கூறுகள் இணைகின்றன, என்பதை இது காட்டுகிறது.

அசாதாரணமான இணை திறனைப் பற்றிய புதிர் இவ்வாறு விடுவிக்கப்பட்டது.

அனங்கக வேதியியலின் ஒரு புதிய பகுதி முளைத்தெழுந்தது—அரிய சேர்மங்களின் வேதியியல் என்பதாக.

ஏறக்குறைய ஒரு இலட்சம் அரிய சேர்மங்களை இன்று நாம் அறிவோம். உலகெங்கிலுமுள்ள சோதனைச்சாலைகளிலும், வேதியியற்கூடங்களிலும் இவை ஆராயப்படுகின்றன. பொருள்கள் எவ்வாறு அமைந்திருக்கின்றன, இவ்வமைப்புகளுக்குக் காரணம் யாது என்பதைக் கண்டறிய முயல்கின்ற தத்துவ ஆய்வு வேதியறிஞர்கள் மட்டுமே அக்கரை கொள்ளும் பொருள்களல்ல இவை.

அரிய சேர்மங்களின்றேன் உயிரினங்கள் வாழ முடியாது. உதிரத்தின் முக்கிய பகுதியாகும் ஹீமோகுளோபின், தாவரங்களின் உயிர் வாழ்க்கைக்கு அடிப்படையான இலைப்பச்சை ஆகிய இரண்டுமே அரிய சேர்மங்கள் தான். பல வகை நொதிப் பொருள்களும் [ferments], என்ஸைம்களும் அரிய சேர்மங்களின் உள்ளமைப்பைக் கொண்டவை.

விரிந்த எல்லைகளுக்குட்பட்ட பல வகைப் பொருள்களையும், நுட்பமான முறைகளினால் பகுத்து ஆயும், ஆய்வாளர்கள், அரிய சேர்மங்களைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

இவ்வரிய சேர்மங்களின் உதவியால் பல உலோகங்கள் அதிசுத்தமான நிலைகளில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வரிய சேர்மங்கள் பெரு

மதிப்புடைய சாயப் பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. "கடின" நீரைத் திருத்தி "மிருது" வாக்கவும் இவை உபயோகிக்கப்படுகின்றன. ஒரு வார்த்தையில் கூறினுல், அரிய சேர்மங்கள் இல்லாத இடமே இல்லை எனலாம்.

ஒரு எளிய சேர்மத்தினுள் ஒரு வியப்பு

தற்காலத்தில் புகைப்படமெடுத்தல் என்பது எளிதிலும் எளிதாகக் கற்கப்படும் நிலை. பள்ளி செல்லும் சிறுவனும் புகைப்படம் எடுக்கலாம். அதன் உள்ளமைந்த இரகசியங்களெல்லாம் அவனுக்குத் தெரிந்திராது (நமக்குள் ஒரு வார்த்தை, இந்த இரகசியங்களில் சிலவற்றை நிபுணர்களுமே அறியார்). ஆயினும் சட்டென்று பொத்தானை இயக்கி, எடுத்த படத்தை டெவலப் [develop] செய்வதற்குத் தேவையானதெல்லாம் சிறிது பழக்கமும், பெரியவர்கள் வழிகாட்டும் வாயிலாகத் தரும் நல்ல அறிவுரைகளும் தான்.

ஆகவே, ஒரு புகைப்படக் கலைஞர் என்ன செய்கிருன் என்பதை விவரிக்கத் தேவையில்லை.

உதாரணமாக, நீண்ட நேரம் ஒளி விழும்படி வைக்கப்பட்ட புகைப்படங்களில் சில சமயங்களில் பழுப்புப் புள்ளிகள் தோன்றுகின்றன என்பதை அவர் அறிவார். புகைப்படக் காகிதமோ, தகடோ நிலையுறுத்தும் [fixing] திரவத்தில் அளவுக் குறைவான நேரத்திற்கு அமிழ்த்தப்படுவதால் இப்படி நோந்து விடுகிறது என்று அவர் விளக்கம் கொடுப்பார்.

எதற்காக இந்த நிலையுறுத்தும் வேலை?

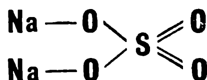
புகைப்படக் கலையில் சிறிதாவது அக்கறை கொண்டவர் எவரும் இக்கேள்விக்கு விடையளிக்க முடியும்.

புகைப்படச் சுருளின் மேல் பரப்பில் ஒளி பட்ட பிறகு, சிதைவுருமல் எஞ்சி நிற்கும் வெள்ளி புரோமைடைக் கரைத்து நீக்குவதற்கான வேலை இது.

பல வகையான நிலையுறுத்திகள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளன. அவைகளிலேயே விலை குறைந்தது, பிரச்சித்தமானது ஹைபோ [hypo] எனப்படுவது. வேதியறிஞர்கள் அதை சோடியம் தயோஸல்பேட் என்று அழைக்கின்றனர்.

முதலில் சோடியம் சல்பேட்டைப் பற்றிச் சில வார்த்தைகள். அது ஜர்மன் வேதியியல் அறிஞரான யொஹான் கிளாபரினுல் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. மிக நெடுங்காலமாகவே அனைவரும் அறிந்தது. சோடியம் சல்பேட்டுக்கு இதனுல் கிளாபரின் உப்பு என வேறு பெயருண்டு. அதன் வாய்ப்பாடு $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$.

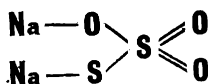
வேதியியல் அறிஞர்களுக்கே சேர்மங்களின் வரைக்கோட்டுப் படங்களை எழுதுவதென்பது மிகப் பிடித்தமான வேலை. நீரற்ற சோடியம் சல்பேட்டை அவர்கள் இவ்வாறுதான் வரைந்து காட்டுகிறுர்கள்:



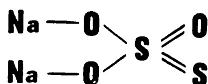
இந்த வரைக்கோட்டுப் படத்தை ஒரு முறை பார்த்தவுடன் வேதியியலில் பச்சைக் குழந்தை

...க்குக் கூட இதில் கந்தக அணு நேர் இணை திறன் ஆறு உடையதெனவும், ஆக்ஸிஜன் இணை திறன் இரண்டு உள்ளதென்றும் தெரிந்து விடும்.

தயோசல்பேட்டின் உள்ளமைப்பும் ஏறக்குறைய இதுவே தான்—ஒரே ஒரு சிறிய வேறுபாடு, அதாவது ஒரு ஆக்ஸிஜன் அணுவிற்குப் பதில் ஒரு கந்தக அணு இடம் பெறுகிறது. எளிதாகத் தானே இருக்கிறது:



அல்லது



என்ன விநோதமான சேர்மம் இந்தத் தயோசல்பேட் என்பது! அதில் வெவ்வேறு இணைதிறன் கொண்ட இரண்டு கந்தக அணுக்கள் உள்ளன. அவற்றில் ஒன்று நேர் மின்னேற்றம் ஆறு (—) உடையது. மற்றொன்று எதிர் மின்னேற்றம் இரண்டு (2—) உடையது. இம்மாதிரி நிகழ்ச்சிகள் எதிர்ப்படுதல் வேதியறிஞர்களுக்கு அடிக்கடி சம்பவிப்பதல்லவே.

வெகு சாதாரணமான விஷயங்களில் நாம் சில சந்தர்ப்பங்களில் அசாதாரணமானவற்றைக் காண்கிறோம்.

ஹம்ஃப்ரி டேவிக்குத் தெரியாதது

புகழ்பேற்ற ஆங்கில வேதியறிஞர் ஹம்ஃப்ரி டேவி இயற்றிய விஞ்ஞான நூல்களின் பட்டியல் மிக நீண்டது.

அவர் ஒரு சூட்சும் அறிவு படைத்த விஞ் ஞானி மட்டுமேயல்ல, சாமர்த்தியமாகப் பரி சோதனைகள் செய்வதிலும் வல்லவர். தாம் எடுத்துக் கொண்ட எந்தப் பிரச்சினையையும் அநேகமாக முழு வெற்றியுடன் தான் முடிப்பார். பல புதிய வேதிச் சேர்மங்களை அவர் தயாரித்தது மட்டுமன்றிப் பல புதிய ஆய்வு முறைகளையும் கண்டறிந்து விவரித்தார். மேலும் பொட்டாஷி யம், சோடியம், மக்னீசியம், பேரியம், ஆகிய நான்கு தனிமங்களைக் கண்டு பிடித்தவர் அவரே.

அவர் செய்தவற்றைப் பற்றிய வெளியீடு களில் ஒரு சிறிய அறிக்கை, எளிதானதொரு வேதிச் சேர்மத்தை விவரிக்கிறது. க்ளோரின் ஹைடிரேட் எனப்படும் அச்சேர்மத்தில் ஒரு க்ளோரின் மூலக்கூறுடன் ஆறு நீரின் மூலக்கூறு கள் இணைந்திருக்கின்றன: $Cl_2 \cdot 6H_2O$.

இச்சேர்மத்தில் குணங்களை டேவி செம்மை யான முறையில் ஆய்ந்தறிந்தார். எனினும், தான் உருவாக்கியுள்ளது முற்றிலும் புதிய வகையைச் சேர்ந்த ஒரு சேர்மம், அதாவது வேதிப் பிணைப்பு களற்ற சேர்மம் என்பதை அவர் அறியவில்லை.

இருபதாம் நூற்றுண்டின் வேதி அறிஞர் களுக்குத் தான் இது புலனுகியது. க்ளோரின் ஹை டிரேட் என்று ஒரு சேர்மம் தற்கால இணை திறன் கொள்கையின்படி ஏன், எப்படி உருவாகிறது

என்பதை விளக்க முற்பட்ட வேதி அறிஞர்கள் எய்தியது தோல்வியே. அது ஒன்று மட்டுமல்ல. அதைப் போன்ற வெகு கடினமான பிரச்சினை கள் மிகப் பல இருந்தன.

மந்த வாயுக்கள் உண்மையிலேயே மந்த மானவை தானா, அவற்றை வேதி வினைகளில் எப்படியாவது ஈடுபடுத்த முடியாதா அல்லது அம்மாதிரியான நம்பிக்கைக்குச் சிறிதும் இடம் இல்லையா என்ற கேள்விக்கு விடையளிக்கப் பல் லாண்டுகளாகவே வேதியறிஞர்கள் முயன்றனர். நமக்கு முன்னமே இந்த விடை தெரிந்தது தான். ஆயினும் இதன் விடையை நாம் அறிவதற்கு முற்பட்ட காலத்தில் ஆர்கான், க்ரிப்டான், ஸெ னான், ராடான் ஆகியவற்றின் பல ஹைடிரேட்டுக் களைத் தயாரித்தலில் விஞ்ஞானிகள் வெற்றி கண்டனர்.

இந்த ஹைடிரேட்டுகளில் வேதிப் பிணைப்பு இல்லை. எனினும், ஒப்பு நோக்கிக் கூறுங்கால் அவற்றில் பல ஸ்திரத் தன்மை கொண்டவை, எனவே சொல்ல வேண்டும்.

சிக்கலற்ற அங்ககச் சேர்மமாகிய யூரியா வேதியியல் அறிஞர்களுக்கு மற்றொரு புதிரா யிருந்தது. அது பல ஹைடிரோகார்பன்களுடனும், ஆல்கஹால்களுடனும் சுலபமாக ''இணைந்தது''. இந்த விபரீதமான ''நேயம்'' வியப்பையே எழுப்பி யது. யூரியாவுக்கும் ஆல்கஹாலுக்கும் இடையே ஒன் றையொன்று கவரும்படியான விசை என்ன இருக்க முடியும்? அது வேதிப் பிணைப்பாக இருக்க முடி யாதல்லவா?

நிற்க, இந்தப் புது வகையைச் சேர்ந்த

வேதிப் பிணைப்பற்ற சேர்மங்களின் எண்ணிக்கை அச்சம் தரும் வேகத்தில் பெருகி விட்டது.

கடைசியில் இதில் இயற்கையை மிஞ்சியது ஒன்றுமில்லை என்று தெளிவாகியது.

சேருகின்ற இரு மூலக்கூறுகளும் சேர்மத்தில் சமமாக இடம் பெறவில்லை. அவற்றில் ஒன்று ''இடமளிப்பத''ாகவும் [host], மற்றது ''இடம் பெறுவத''ாகவும் [guest] அமைகிறது.

இடமளிக்கும் மூலக்கூறுகள் ஒரு படிக ஒழுங்கமைப்பை [crystal lattice] உருவாக்குகின்றன. இவ்வமைப்பில் அணுக்களால் நிரப்பப்படாத, உள்ளறைகள் எப்பொழுதுமே உண்டு. இடம் பெறும் மூலக்கூறுகள் ''வருகை'' தந்த விருந்தினர் போல, இவ்வுள்ளறைகளுக்குள் நுழைந்து கொள்ளுகின்றன. ஆனல் இந்த விருந்தோம்பல் ஒரு நூதனமான வகையைச் சேர்ந்தது. வந்தவர்கள் இருக்க இடமளித்தவருடன் நெடுங்காலம் தங்கி விடுகின்றனர். ஏனெனில் படிக ஒழுங்கமைப்பின் உள்ளறைகளிலிருந்து தப்புவது அவ்வளவு சுலபமல்ல.

இவ்வாருகத்தான், க்ளோரின், ஆர்கான், க்ரிப்டான் முதலிய பல வாயுக்களின் மூலக்கூறுகள் நீரின் படிக அமைப்பின் உள்ளறைகளில் அகப்பட்டு விடுகின்றன.

மூலக்கூறுகளுக்கிடையில் வேதிப் பிணைப்புகளில்லாத வகையைச் சேர்ந்த இம்மாதிரியான பொருள்களை வேதியியல் அறிஞர்கள் கிளேத்ரேட் சேர்மங்கள் அல்லது உள்ளறை சேர்மங்கள் [clathrate or cellular compounds] என்று பெயரிட்டழைக்கின்றனர்.

இருபத்தாறும், இருபத்தெட்டும் அதிவிசேஷமானவை

இப்பொழுது கூறப் புகும் சேர்மங்களுக்கு சங்கிலிச் சேர்மங்கள் [catenanes] எனப் பெயர். லத்தீன் மொழியில் "catena" என்ற சொல்லுக்கு சங்கிலி என்பது பொருள்.

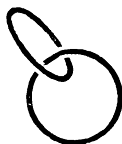
இருக்கட்டுமே? சங்கிலி என்ற ஒரு சொல்லைக் கொண்டு நாம் என்ன அறிந்து கொள்ள முடியும்? அங்கக வேதியறிஞனின் சொற் பிரயோகத்தில் மற்ற வார்த்தைகளைப் போலவே இதுவும் அடிக்கடி பயன்படும் சொல்தானே?

ஆயினும் சங்கிலிகளில் வேறு வேறு வகைகள் உண்டல்லவா? அவை நீளப் போக்கிலும் கிளை பிரிந்தும் பின்னற் சிக்கலான அமைப்புகளிலும் இருக்கலாம் என்பதை நாம் முன்பே பார்த்தோம்.

இப்பொழுது ஒரு கணம் நிதானித்துப் பாருங்கள். அங்ககச் சேர்மங்களில் சங்கிலி என்னும் கருத்து ஒரு வரை படக் கற்பனை போன்றதே ஒழிய, திட்டமான பொருள் வரையறை செய்யப்பட்டதல்ல. அன்றாட உபயோகத்தைக் கொண்டு பார்த்தால் சங்கிலி என்ற சொல்லுக்குப் பொருளே வேறு. சாதாரணச் சங்கிலியின் வளையங்கள் அல்லது அணுக்கள் ஒன்றோடொன்று உறுதியாக அசைக்க முடியாமல் பிணைக்கப் பட்டவை அல்ல. இவ்வளையங்கள் ஒன்றினுள் ஒன்று நுழைத்துக் கோக்கப்பட்டவை. வளையங்கள் இலகுவாக நழுவிச் சுழலக் கூடியவை. சிக்கலான அமைப்புடைய அங்ககச் சேர்மங்களில் வளையங்

கள் ஒன்றுடன் ஒன்று பற்று வைத்துச் சேர்க்கப் பட்டவை போல் பொருந்தியுள்ளன. உதாரண மாக, ஆந்த்ரஸீனில் உள்ள மூன்று பென்ஸீன் வளையங்களும். இது ஒரு வளையத் தொடர் போன் றதே ஒழிய சங்கிலி வளையங்கள் போல் அல்ல.

ஆகவே, சாதாரணச் சங்கிலியில் உள்ளது போன்றே தனித்தனி வளையங்களை ஒன்றினுள் ஒன்று நுழைத்துக் கோத்து, கீழ்க் கண்டவாறு அமைக்க முடியுமா என வேதி அறிஞர்கள் சிந் திக்க முற்பட்டார்கள்:



சுருக்கமாகச் சொல்லுங்கால், அவர்கள் விரும்பியது வளைய மூலக்கூறுகளை வேதிப் பிணைப் பின்றிச் சாதாரணமான ஒன்றில் ஒன்று கோக் கும் முறையில் இயைத்து விடுவது தான்.

இந்த உளங்கவர் கருத்து விஞ்ஞானிகளின் மனங்களில் பல வருஷங்களாகத் தங்கி முதிர்ந் தது. தத்துவக் கோட்பாடுகள் அவர்களுக்குத் துணையாயின. அத்தகைய தொகுப்பு கடக்க முடி யாத இடர்களைக் கொண்டதென்று தோன்றவில்லை. ஒன்றினுள் ஒன்று கோக்கப்படுவதற்கு வலையங் களில் இருக்க வேண்டிய கரி அணுக்கள் எத்துணை என்பதைக் கூட வேதி அறிஞர்கள் கணக்கிட்டு வைத்தனர்.

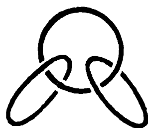
நடைமுறையில் நிலைமை நெடுங்காலத்திற்கு இருள அடைந்து தான் இருந்தது. தொகுப்பு

முறை ஒவ்வொரு முயற்சியிலும் ஏதாவதொரு கட்டத்தில் இக்கட்டில் மாட்டிக் கொண்டது. ஆகவே புதிய வகையான தந்திரங்களை வேதி அறிஞர்கள் யோசித்துச் செயல்படுத்திக் கொண் டே இருக்க வேண்டியதாயிற்று.

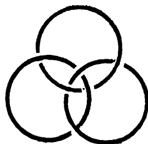
1964ல் ஏப்ரல் மாதத்தில் ஒரு நல்ல காலைப் பொழுதில் புதிய சேர்மம் பிறந்தது. லுட்ரிங் ஹவுஸ், ஷில் என்ற இரண்டு ஜெர்மன் வேதி அறிஞர்களே அதற்கு உயிருட்டியவர்கள். இதற்கு இருபது தொடர் வேதி வினைகள் அதாவது இரு பது கட்டங்கள் தேவையாயிருந்தது.

ஒரு சங்கிலியிலுள்ள இரண்டு வளையங்கள் போல் ஒன்றினுள் ஒன்று நுழைக்கப்பட்ட இரண்டு வளைய மூலக்கூறுகள் கொண்டது இது. அவற் றில் ஒரு வளையத்தில் இருபத்தாறு கரி அணுக் கள். மற்றொன்றில் இருபத்தெட்டு கரி அணுக் கள். இதற்கு ஒரு சுவராசியமில்லாத பெய ரிடப்படிருக்கிறது: ‘சங்கிலிச் சேர்மம் 26, 28’ என்பதாக.

ஒன்றில் ஒன்று நுழைக்கப்பட்ட இரண்டு வளையங்கள், சங்கிலிச் சேர்ம வேதியியலில் இப் பொழுதே பழங்கதையாகிவிட்டன. விஞ்ஞானி கள் தற்போது இதை விடச் சிடுக்கான வளைய இணைப்புகளை உருவாக்க முனைந்திருக்கிறார்கள், கீழ்க்கண்டவாறு:



அல்லது



இவைகள் மூன்று கோத்த சங்கிலிச் சேர்மங்களின் வடிவங்கள். இடது புறம் இருப்பதில், நடுவில் உள்ள வளையத்தில் 26 கரி அணுக்களும், இரு புறமும் உள்ள வளையங்களில் ஒவ்வொன்றிலும் 20 கரி அணுக்களும் இருக்க வேண்டும். சிடுக்கான மூவளையக் கோப்பில் (வலது புறம் உள்ள சங்கிலிச் சேர்மம்) ஒவ்வொரு வளையத்திலும் 30 கரி அணுக்களாவது இருத்தல் வேண்டும்.

புதிய சேர்மக் குடும்பத்தில் முதற் குழந்தை 'சங்கிலிச் சேர்மம் 26, 28' என்பது சாதாரணமானது என்பது வியப்பைத் தருகிறதல்லவா! அது 125°Cல் உருகக் கூடிய படிகங்களாலான ஒரு வெண்பொடி ஆகும்.

இத்தகைய சங்கிலிச் சேர்மங்கள் இயற்கையில் கிடைப்பனவா? இயற்கையில் எதுவுமே பயனுள்ளது தான். வீணுகத் தனது எந்த திறமையையும் இயற்கை செய்யப்படுத்துவதில்லை. ஆகவே இயற்கையில் சங்கிலிச் சேர்மங்கள் இருக்குமேயானல் அவற்ருல் இயற்கையின் ஏதோ ஒரு குறிப்பிட்ட நோக்கம் நிறைவுறல் வேண்டும். இதைப் பற்றிய உண்மையை விஞ்ஞானிகள் தாம் காண வேண்டும்.

காவெடிட்டின் திரவத்தைப் புகழுவோம்

1760ல் அதிகப் பிரபலமடையாத ஃபிரெஞ்ச் வேதியறிஞர் காடெட் என்பவர் வேதியியலில் ஒரு புதிய சரித்திரப் பகுதியையே தோற்றுவித்தவர்—தான் செய்ததன் மகத்துவத்தை அவரே உணரவில்லை.

தனது சோதனைச் சாலையில் அவர் கீழ்க்கண்ட வேதிப் பரிசோதனையைச் செய்தார் (எதற்காகவோ, நாமறியோம்).

காடெட், பொட்டாஷியம் அசிடேட்டையும் ஆர்செனிக் ஆக்ஸைடையும் கலந்து சூடுபடுத்தினால் அதன் விளைவு என்ன என்பதை அவரால் கண்டு பிடிக்கக் கூடவில்லை. ஏனெனில் அப்பொழுது உருவான பொருள் உண்மையிலேயே பேய்க்குணம் உடைத்ததாயிருந்தது.

அது ஒரு கனத்த கரும் திரவம். காற்றில் அது புகைந்தது. எளிதாகத் தீப்பிடித்து எரிந்தது. சிறிதும் சகிக்க முடியாத நாற்றம் உடையதாயிருந்தது.

காடெட்டின் ''வெதிச் சரக்கு'' ஏறக்குறைய 70 ஆண்டுகளுக்குப் பின் பகுத்தாயப்பட்டது. மிக அபூர்வமான தன்மைகள் கொண்ட

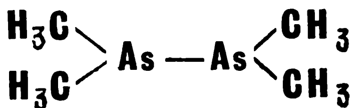


ஆர்ஸெனிக் சேர்மங்கள் அதன் முக்கிய பகுதிப் பொருள்கள் எனக் கண்டறியப்பட்டது.

அவற்றின் அபூர்வத் தன்மை என்ன என்பதைப் புரிந்து கொள்ள வேண்டுமானால், அங்ககச் சேர்மங்கள் அனைத்திலும் பொதுவான ஒரு தன்மை இருப்பதை நினைவு கூர வேண்டும். இச் சேர்மங்கள் கரி அணுக்களின் சங்கிலித் தொடர் வரிசையை அடிப்படையாகக் கொண்டவை நீண்டும், கிளைத்தும் வளையமாகவும் உள்ளவை. வேறு சில தனிமங்களின் அணுக்களும் இத்தொடர்களில் இடைச்செருகல்களாக இருக்கலாம் என்பது உண்மையே. எனினும், இத்தகைய தனிமங்கள் மிகச் சிலவே. இவற்றுக்கு ஆர்காஜேன்கள் எனப் பெயர். இவை ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன், ஹைடிரஜன், கந்தகம், ஃபாஸ்பரஸ் ஆகியவை.

ஆர்ஸெனிக் இவ்வகையைச் சேர்ந்ததா என்ன?

காடெட்டின் திரவத்தில் காகோடில் [cacodyl] என்னும் ஒரு பொருள் இருந்தது (கிரேக்க மொழியில் "kakodes" என்பதற்குத் ''துர் நாற்ற முடையது'' எனப் பொருள்). அதன் கட்டமைப்பில் ஆர்ஸெனிக் அணுக்கள் கரி அணுக்களுக்கிடையில் புகுந்து அழுத்தமாக உட்கார்ந்து கொண்டிருக்கின்றன, கீழே காணுங்கள்:



கரி அணுக்களின் வரிசைகளுள் அனங்ககச் சேர்மங்களைத் தோற்றுவிக்கும் தனிமங்கள்

(உலோகங்கள் அல்லது அலோகங்கள்) பொருந்தி இருக்கும் அங்ககச் சேர்மங்களுக்கு 'ஹெடெரோ-ஆர்கானிக் சேர்மங்கள்' [hetero-organic compounds] எனப் பெயர். உலோக அணுக்கள் இருப்பின் 'அங்கக உலோகச் [organometallic] சேர்மங்கள்' என இவை அழைக்கப்படுகின்றன.

ஆகவே காடெட் உலகின் முதல் ஹெடெரோ-ஆர்கானிக் சேர்மத்தைத் தொகுத்தவர் ஆவர்.

இன்று இது போன்ற சேர்மங்கள் பதினைந்தாயிரத்திற்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கையில் நாம் அறிந்துள்ளோம். ஹெடெரோ-ஆர்கானிக் அல்லது அங்கக உலோக வேதியியல் என்பது, பொதுவான வேதியியலின் ஒரு தனித்த பெரும் கிளையாக, அதன் மிக முக்கியமானதொரு பகுதியாக அமைந்து விட்டது.

அங்கக வேதியியலுக்கும், அனங்கக வேதியியலுக்கும் உள்ள இடைவெளியை அகற்றும் வகையில் இப்புதிய வேதியியல் ஒரு இணைப்புப் பாலமாக ஆகிவிட்டது. விஞ்ஞானத்தின் பல பகுதிகளைப் பிரிக்கும் எல்லைக்கோடுகள் எவ்வளவு எளிதாக மாறக்கூடியன என்பதை இது காட்டுகிறது.

மெய்யாகவே இயற்கையின் உயிரற்ற பாகத்தின் பிரதிநிதிகளாக உலோகங்கள் அமைந்துள்ளன. அவற்றின் சேர்மங்களே தனிச் சிறப்புடன் அங்கம் வகிக்கும் மேற்கூறிய வேதியியல் அங்கக வேதியிலா? இது விநோதமல்லவா!

இதை அனங்கக இரசாயனம் என்றுவது கூற முடியுமா? அதில் அடங்கிய எண்ணிறந்த சேர்

மங்கள் பல வழிகளில் நோக்குங்கால் அங்ககச் சேர்மங்கள் அல்லவா!

அறிவியல் துறைக்கே ஒரு மகத்துவத்தைத் தருகின்ற இந்த அங்கக உலோகச் சேர்மங்கள். ஒரு உலோக அணுவிற்கும் ஒரு கரி அணுவிற்கும் உள்ள வேதிப் பிணைப்புத்தான் இத்தகைய சேர்மங்களில் அமைந்த தனிச் சிறப்பு.

பெரிய வீட்டின் முக்கியமான உபதொகுதிகளில் அமைந்துள்ள உலோகங்கள் யாவுமே அநேகமாக அங்கக உலோகச் சேர்மங்களை உருவாக்க முடியும்.

இப்பொருள்களின் தன்மைகளும் பல்வேறு வகையானவை.

அவற்றில் சில பூஜ்யம் டிகிரி உஷ்ண நிலைக்கு வெகு தாழ்ந்த வெப்ப நிலையில் கூடப் பெரும் சக்தியுடன் வெடிக்கக் கூடியவை. மற்றவைகளோ வெப்பம் தாங்கும் திறன் அதிகம் கொண்டவை.

சில அதிக வீரியத்துடன் வேதி வினைகளில் ஈடுபடக் கூடியவை. மற்றவை எவ்விதமான புறத் தூண்டுதலுக்கும் எளிதில் அசைந்து கொடுக்காதவை.

ஜெர்மானியம் என்னும் தனிமத்தின் சேர்மங்களைத் தவிர, மற்ற அங்கக உலோகச் சேர்மங்கள் அனைத்தும் கொடிய நச்சுப் பொருள்கள். ஜெர்மானியம் மட்டும் இதற்கு ஏன் ஒரு விதி விலக்காக உள்ளது என்பது இன்னமும் ஒரு புதிர் தான்.

ஹெடெரோ - ஆர்கானிக் சேர்மங்களின் பயன்கள் மிக விரிவானவை. ஆய்ந்து பார்க்குங்கால், மேலும் மேலும் பல புதிய உபயோகங்கள்

கண்டுபிடிக்கப்பட்டு வருகின்றன. பிளாஸ்டிக் பொருள்கள், பல வகையான ரப்பர்கள், அரை மின் கடத்திகள், மிகச் சுத்தமான உலோகங்கள் ஆகிய பல பொருள்களைத் தயாரிப்பதில் மேற் கூறிய சேர்மங்கள் உபயோகப்படுத்தப்படுகின் றன. மருந்துப் பொருள்கள் விவசாயத்திற்குப் பயன்படும் பூச்சிக் கொல்லிகள், ராக்கெட்டு கள், மோட்டார்கள் ஆகியவற்றிற்குப் பயன் படும் எரிபொருள்கள் தயாரிக்கவும் இவை பயன் படுகின்றன. மேலும் கூறுங்கால் இவை முக்கிய மான வேதி வினைப் பொருள்கள், பலவிதமான செய்முறைகளிலும் பயன்படும் இன்றியமையாத வினை ஊக்கிகளும் கூட.

ருஷ்யாவில் ஹெடெரோ-ஆர்கானிக் வேதி யியல் அறிஞர் பலர் உள்ளனர். அவர்களின் தலை வர் அகாதமிஷியன் அலெக்ஸாண்டர் நெஸ்மி யனுவ் என்பவர் விஞ்ஞானத் துறையில் அவ ருடைய சாதனைகளுக்காக லெனின் பரிசு பெற் றுள்ளார்.

‘டெல்’லின் கதை

டெல் என்பது ஒரு பெயர்ச் சுருக்கம். மனித வாழ்க்கையில் அதிகப் பயன் தரும் ஒரு சேர் மத்தின் பெயரை மேற்கூறிய எழுத்துக்கள் (TEL) குறிப்பிகின்றன. இச்சேர்மம் பெட்ரோல் வீணு காமல் பாதுகாக்கின்றது. இதுவரை வரலாற்றில் எத்தனை லிட்டர் பெட்ரோல் இச்சேர்மத்தினுல் காப்பாற்றப்பட்டது என்று யாரும் கணக்கெடுத் திருக்க மாட்டார்கள். அப்படி எடுத்தால் அது

ஒரு மிகப் பெரிய அளவினதாகத் தானிருக்கும், என்பதில் ஐயமில்லை.

மர்மமான இந்த டெல் என்பது யாது? விஞ்ஞானிகள் கூறுவது போல் சொன்னால் ஈயம் என்னும் உலோகம், ஈதேன் என்னும் ஹைடிரோகார்பனுடன் இணைவதனால், பெறும் அங்கக-உலோகச் சேர்மம் இது என்று கூறலாம். ஈதேனின் நான்கு மூலக்கூறுகளை (C_2H_6) எடுத்துக் கொண்டு, ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் ஒவ்வொரு ஹைடிரஜன் அணுவை எடுத்து விட்டால், எஞ்சுபவை நான்கு ஹைடிரோகார்பன் உறுப்புகள் (எதில் தொகுதிகள் C_2H_5). இந் நான்கினையும் ஈயத்தின் ஒரு அணுவுடன் இணைக்கும் பொழுது, எளிதான வாய்பாடு கொண்ட ஒரு மூலக்கூறு கிடைக்கிறது $Pb(C_2H_5)_4$. அதன் பெயர் 'டெட்ரா-எதில்-லெட்' அல்லது சுருக்கமாக டெல்.

டெல் ஒரு கனத்த திரவம். சற்றுப் பசிய நிறம் கொண்டது. புதிய பழங்களின் மணம் சிறிதளவு கொண்டது. பெரும் தீங்கு விளைவிக்கக் கூடியது. நச்சுப் பொருள்களிலேயே மிகுந்த பலமுள்ள விஷப் பொருள் அது.

தனித்துப் பார்க்குங்கால், அது விசேஷமான பொருள் என்று கூற முடியாது. அதைப் போன்ற பல பொருள்களில் அதுவும் ஒன்று, அவ்வளவுதான். அதை விடச் சிறப்பான தன்மைகள் படைத்த சேர்மங்கள் பலவற்றை வேதியியலறிஞர்கள் கண்டு பிடித்துள்ளனர். ஆயினும் ஒரு தொட்டி அளவு பெட்ரோலில் ஒரு 0.5% டெல் சேர்த்தவுடன் அற்புதம் நிகழத் தொடங்குகிறது.

ஒரு உந்து வண்டி அல்லது ஆகாய விமானம் போன்ற ஊர்தியின் இதயம் போல் அமைந்தது, அதன் உள்ளெரி எஞ்சின்[internal-combustion engine]. அது வேலே செய்யும் முறை எளிதானது. பெட்ரோல் ஆவியும், காற்றும் சேர்ந்த கலவை ஒரு சிலிண்டரில் அழுத்தத்திற்கு உள்ளாக்கப் படுகிறது. பிறகு ஒரு மின் பொறி [spark]யினுல் கொளுத்தப்பட்டு வெடிக்கின்றது. இதனுல் வெளிவரும் சக்தியைக் கொண்டு, எஞ்சின் செயல் படுகிறது.

அக்கலவையின் அழுத்த விகிதமே இதில் முக்கியமானதாகும். இந்த விகிதம் எவ்வளவிற்கு உயர்ந்துள்ளதோ, அவ்வளவிற்கு எஞ்சின் ஆற்றல் கொண்டதாகின்றது. எரி பொருளும் சிக்கனமாகச் செலவழிகிறது. இது தான் விஷயம். ஆனுல் நடை முறையில் பெட்ரோல்-காற்றுக் கலவைக்கு நாம் விரும்பிய அளவில் அழுத்தம் கொடுக்க முடியாது. அப்படிச் செய்யும் பொழுது, எஞ்சின் தாறுமாருகச் செயல்படத் துவங்குகிறது. எரி பொருள் ஒரே சீராக, முழுமையாக எரிய முடியாமல் எஞ்சினும் அளவுக்கு மீறிச் சூடு படுத்தப்பட்டு, அதன் பகுதிகள் சீக்கிரத்திலேயே தளர்வடைந்து தேய்ந்து விடுகின்றன. பெட்ரோலும் அளவுக்கு மீறிச் செலவாகிறது.

எஞ்சின் அமைப்பில் சீர்திருத்தங்களேச் செய்வதாலும், சுத்தமான பெட்ரோலேப் பயன் படுத்துவதாலும், மேற்கூறிய குறைகளே ஓரளவு நீக்க முடிந்ததே ஒழிய முற்றிலும் அகற்ற முடியவில்லே. மோட்டார் எஞ்சின்களில் மீண்டும் மீண்டும் பெட்

ரோல் ஆவி திடீரென்று வெடித்தும் எஞ்சின் களை அளவுக்கு மீறிச் சூடுபடுத்தியும் தொல்லை தந்து, சீரின்றிப் பெட்ரோல் எரிவதனுல், எஞ்சின் களின் ஆயுட்காலம் குறைந்து விடுகின்றது.

இதைப் பற்றிய ஆழ்ந்த சிந்தனைக்குப் பின் அறிஞர்கள் ஒரு முடிவுக்கு வந்தனர். பெட்ரோல்-காற்றுக் கலவை திடீரென்று வெடிப்பதை அடக்கி ஒரே சீராக எரிய வைக்கும் தந்திரம் எரி பொருளின் தன்மையை மாற்றுவது தான் என்பதே அவர்கள் முடிவு.

எப்படி மாற்றுவது?

அமெரிக்க வேதித்துறை அறிஞர் தாமஸ் மிட்ஜிலி இந்தப் பிரச்சினையை ஆராய்வதில் அதிக முயற்சி எடுத்துக் கொண்டார். அவர் கூறிய முதல் வழி அனைவருக்கும் வியப்பையே தந்தது. அதாவது பெட்ரோல் செவ்வண்ணம் கொண்டதாக ஆக்கப்பட்டால் அது வெப்பத்தை அதிகம் உறிஞ்சும் என்றும், அதனுல் எளிதாக ஆவியாக முடியும் என்றும், ஆகவே பெட்ரோல்-காற்றுக் கலவையை அதிக அழுத்தத்திற்கு உள்ளாக்க முடியும் என்றும் அவர் கூறினுர்.

பெட்ரோலில் சிறிதளவு அயோடினைக் கலந்து அதன் வண்ணத்தை மிட்ஜிலி மாற்றினுர். தாறுமாருக வெடிக்கும் தன்மையும் அதனுல் குறைந்து விட்டதைக் கண்டு, பெருங்களிப்பு எய்தினுர். ஆனுல் அயோடினுக்குப் பதில் சாதாரணச் சாயத்தைக் கலந்ததில் மீண்டும் பழைய தகருறுகள் துவங்கின.

ஆகவே வண்ணத்திற்கும் இப்பிரச்சினைக்கும் எவ்விதத் தொடர்பும் இல்லை என்று உறுதியாகி

து. ஆயினும் மிட்ஜிலியின் மனத்தளவு அதிக காலம் நீடிக்கவில்லை. அவருக்கு ஒரு புதிய மிகச் சுலபமான கற்பனை தோன்றியது. அதாவது சில பொருள்களை மிகக் குறைந்த அளவில் பெட்ரோலுடன் கலந்தால் எரி பொருள் தன்மை பெருமளவாகச் சீர்திருந்தி விடும் என்பது.

அயோடின் இதை ஓரளவுதான் சாதிக்கின்றது. ஆகவே எளிய அல்லது சிக்கலான கூட்டமைப்புள்ள வேறு பொருள்களைத்தான் தேடிப் பயன்படுத்தி ஆக வேண்டும். விஞ்ஞானிகள் பல நூற்றுக்கணக்கான சேர்மங்களைச் சோதித்து பார்த்தார்கள். அவர்களுக்குப் பொறியியல் வல்லுனர்களின் துணையும் கிடைத்தது. இறுதியில் அறிஞர்கள், அதிக அணு எடையுள்ள மூலகங்களின் சேர்மங்களைப் பயன்படுத்தினுல் தான் மேற்கூறிய பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காணக்கூடும் என்னும் முக்கியமான முடிவுக்கு வந்தார்கள். உதாரணமாக ஈயத்தின் சேர்மங்களைப் பரி சோதித்துப் பார்க்கலாம்.

ஆனுல் பெட்ரோலில் ஈயத்தை எப்படிச் சேர்க்க முடியும்? ஈயமோ அல்லது அதன் உப்புக்களோ பெட்ரோலில் கரைவதில்லை. ஆகவே ஈயத்தின் அங்ககச் சேர்மம் ஒன்றைப் பயன் படுத்துவதுதான் சரியான வழி.

இவ்வாறு தான் ''டெட்ரா-எதில்-லெட்'', டெல் என்னும் சொல் பிறந்தது. இது நடந்தது 1921ல்.

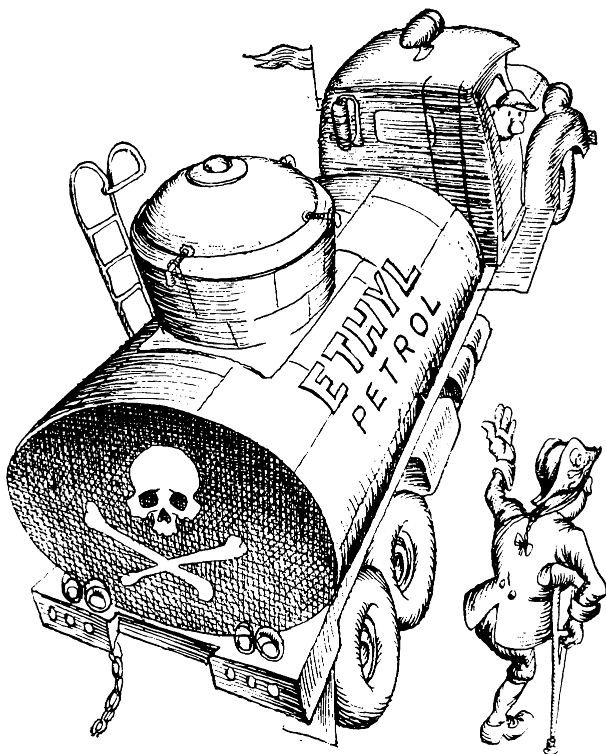
முன்பே கூறியது போல் பெட்ரோலில் மிகக் குறைந்த அளவில் டெல் சேர்த்த உடனேயே விந்தைகள் நிகழ்கின்றன. எரி பொருளின் தரம்

திடீரென்று உயர்ந்து விடுகின்றது. எரிபொருள்-காற்றுக் கலவைகள் இப்பொழுது முன்பு பெற்றதை விட இரண்டு மடங்கு அழுத்தத்தைப் பெற முடிந்தது. இதன் விளைவாக மோட்டார் வண்டி முன்பு செலவழித்ததைக் காட்டிலும் பாதி அளவு பெட்ரோலைச் செலவழித்து முன்பு இருந்த வேகத்திலேயே செல்ல முடிந்தது. எரிபொருள்கள் திடீரென்று வெடிக்கும் நிகழ்ச்சிகள், உந்து வண்டிகள், விமானங்கள் ஆகியவற்றின் எஞ்சின்களிலிருந்து அகற்றப்பட்டன.

இதோ ஒரு சுவராசியமான பொருளாதாரக் குறிப்பு: உலகில் டெல்லின் உற்பத்தி அவ்வளவு உயர்ந்ததாகும், இயற்கையில் ஈயத்தின் மூலத் தாதுப் பொருள்களுக்கே பற்றுக்குறை ஏற்படும் போலாகி விட்டது.

டெல்லின் குணங்களில் மிகத் தொந்தரவானதொன்று, அதன் நச்சுத் தன்மை. பெட்ரோல் நிரப்பிச் செல்லும் தொட்டி வண்டிகளின் மேல் பெரிய வடிவத்தில் எழுதப்பட்டிருக்கும் கீழ்க் கண்ட குறிப்பை நீங்கள் பார்த்திருக்கலாம்: ''எதில் பெட்ரோல் — விஷம்''. டெல் சேர்க்கப் பட்டுள்ள பெட்ரோலைக் கவனமாகக் கையாள வேண்டும்.

எரிபொருள் திடீர் வெடித்தலைத் தடுக்கும் பொருள்களின் [antiknock agents] முன்னோடி டெல். அத்தகைய பொருள்களுக்குள்ளேயே மிக முக்கியமானது இன்னமும் டெல் தான். ஆயினும் விஞ்ஞானிகள் அதே போன்ற திறன் படைத்த, ஆனால் தீங்கற்ற வேறு பொருள்களைப் பற்றியும் சிந்திக்க தொடங்கி விட்டார்கள். அத்தகைய



ஒரு பொருள் இப்பொழுது கண்டு பிடிக்கப்பட்டு விட்டது. அதன் பெயர் CMT. இதன் பொருள் என்னவென்று நீங்கள் அறிய விரும்பினுல் அடுத்த கதையைப் படித்துப் பாருங்கள்.

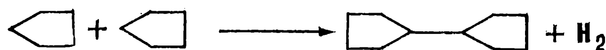
நூதனமான சாண்ட்விச்சுகள்

இன்று நாம் அறிந்துள்ள அங்கக-உலோகச் சேர்மங்களின் எண்ணிக்கை பல்லாயிரக்கணக்கை

மிஞ்சி விட்டது. ஆனால் பதினைந்து வருடங்க ளுக்கு முன் இருந்த நிலையே வேறு. அன்று அங்கக -உலோக வேதியியலிலே வெறுப்பூட்டத் தக்க ஒரு வெற்றிடம் இருந்தது. அங்கக மூலக்கூறு களில் இடைநிலை உலோகங்களின் [transition metals] அணுக்களைப் பொருத்துவதற்குரிய வழி கள் கண்டறியப்படவில்லை. இந்த உலோகங்கள் மூலகப் படியமைப்பில் இரண்டாம் நிலை உப தொகுதிகளில் அமைந்திருக்கின்றன. இந்த உலோ கங்களின் எண்ணிக்கை ஐம்பதிற்கும் குறை வானது தான். வேதியியலறிஞர்கள் இந்த உலகங் களின் அங்ககச் சேர்மங்களைத் தயாரிப்பதில் முடிவான வெற்றி எய்திய பிறகும் அவர்கள் உண்டது, இச் சேர்மங்கள் சிறிதும் ஸ்திரத் தன்மையற்றவை, ''அங்கக-உலோக விநோதங் கள்'' என்பது தான்.

1951ல் அறிவியலின் வரலாற்றிலே மீண்டும், மீண்டும் நிகழ்வது போலவே அதிர்ஷ்டம் என் னும் 'பேரரசர்' வருகை தந்தார். அதாவது ஆங்கில வேதியியல் அறிஞர் பாசன் தனது மாண வனுகிய கீலி என்பவருக்கு ஒரு சிறிய எளிய வேலை யைக் கொடுத்தார். கீலி டிசைக்ளோ-பெண் டாடையினில் என்னும் நீண்ட பெயர் கொண்ட ஒரு ஹைட்ரோகார்பன் சேர்மத்தைத் தொகுப்பு முறையில் தயார் செய்ய வேண்டும். இதைச் செய்து முடிக்க, ஐந்து கரி அணு வளையங்கள் இரண்டைச் சேர்க்க வேண்டும். C_5H_5 என்று வாய்பாடு கொண்ட சேர்மத்தின் இரு மூலக் கூறுகளைத் தொகுத்து $C_{10}H_8$ என்ற ஒரு மூலக் கூற்றினை உருவாக்க வேண்டும் (இப்படிச் செய்

யும் முறையில் இரண்டு ஹைடிரஜன் அணுக்கள் பிரிந்து போய் விடும் என்பது யூகிக்கப்பட்டது).



Cyclopentadienyls Dicyclopentadienyl

இந்த வேதி வினை நிகழ்வதற்கு ஒரு வினை ஊக்கி தேவைப்படும் என்பதை கீலி அறிந்திருந்தார். இதற்காக ஃபெர்ரஸ் க்ளோரைடைத் தேர்ந்தெடுத்தார்.

அன்று ஒரு நல்ல பகற்பொழுது, பாஸன், கீலி இருவரும் வியப்பில் ஆழ்ந்து போகும் ஒரு நிகழ்ச்சி. எதிர்பார்த்த ஒரு நிறமற்ற திரவத்துக்குப் பதிலாக அழகிய ஆரஞ்சு வண்ணம் கொண்ட படிகங்கள் கிடைத்தன. மேலும் வியப்பைத் தந்தது 500°C வரை அப்படிகங்களைச் சூடுபடுத்தலாம் என்பது. இது அங்கக இரசாயனத்திலேயே அசாதாரணமானதல்லவா?

பேராசிரியரும் மாணவரும் அந்த மர்மமான படிகங்களைப் பகுப்பு ஆய்வு முறையில் சோதித்த பொழுது, மேலும் வியப்படைந்தார்கள். அதற்குக் காரணமும் இருந்தது. அப்படிகங்களில் கரி, ஹைடிரஜன் கூட... இரும்பு அணுவும் இருந்தது. இடைநிலை உலோகமாகிய இரும்பின் அணு ஒரு அங்ககச் சேர்மத்தின் கட்டமைப்பில் உட்புகுந்து இணைந்து விட்டது.

மேற்கூறிய அங்கக-இரும்புச் சேர்மத்தின் வாய்பாடும் நூதனமானது தான்:



இரண்டு வளையங்களுமே (சைக்ளோ-பெண்டாடையீன்கள்) தட்டையான ஒழுங்கமைப்புக் கொண்ட ஐங்கோண வடிவங்கள். இரண்டு ரொட்டித்துண்டுகளுக்கிடையில் வெஞ்சனப் பொருளை வைத்தது போல, இரும்பு அணு இவ்விரு வளையங்களுக்குமிடையில் பொருந்தியுள்ளது. இவ்வகையான சேர்மங்களுக்கு ''சாண்ட்விச்'' சேர்மங்கள் எனப் பெயர்.

மேற்குறிப்பிட்ட அங்கக இரும்பு சேர்மத்திற்கு ஃபெர்ரோஸின் [ferrocene] எனப் பெயர். ''சாண்ட்விச்'' குடும்பத்தின் முதல் பிரதிநிதி இது.

எளிதாகக் குறிப்பிடும் வழியில் நாம் ஃபெர்ரோஸினின் கட்டமைப்பை ஒரு சமதளத்தில் வரைந்து காட்டியுள்ளோம். உண்மையில் இந்த மூலக்கூறு சிக்கலான பல தள அமைப்பைக் (கன வடிவ அமைப்பைக்) கொண்டது.

ஃபெர்ரோஸின் தொகுப்பு புதிய விஞ்ஞானத்தின் பரபரப்பூட்டிய நிகழ்ச்சி. செய்முறை, அறிமுறை ஆகிய இரு முறைகளிலும் ஈடுபட்ட அறிஞர்கள் அனைவருமே அங்கக-உலோக வேதியியலில் தாங்கள் உறுதியாக நம்பிவிட்ட பல எண்ணங்களை மறு பரிசீலனை செய்ய வேண்டியதாயிற்று.

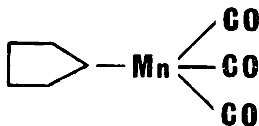
ஃபெர்ரோஸின் பிறந்தது 1951ல். இன்று அது போன்ற மிகப் பல சேர்மங்களை நாம் அறிந்துள்ளோம். ஏறக்குறைய எல்லா இடைநிலை உலோகங்களுக்கும் ''சாண்ட்விச்சு'' சேர்மங்கள் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

இதுவரை அவை அறிமுறை வேதியியலில் ஈடுபட்டிருக்கும் விஞ்ஞானிகளின் கவனத்தை மட்டுமே கவர்வனவாக இருக்கின்றன. அவற்றின் பயன்களைப் பற்றி முழுமையான தகவல் இன்னும் கிடைக்கவில்லை. ஆயினும்...

இப்பொழுது CMT என்னும் சேர்மத்தை அறிமுகப்படுத்திக் கொள்ள வேண்டிய நேரம் வந்து விட்டது. இச்சேர்மத்தின் பெயர் மிக நெடியது, கடை எழுத்துக்களின் ஒரே மாதிரியான அமைப்பினுல் இந்தப் பெயரை எளிதில் நினைவில் வைத்து முடியும்:

சைக்ளோ-பெண்டாடையினில்-
மாங்கனீஸ்-ட்ரைகார்பனில்

இச்சேர்மத்தின் மூலக்கூறின் கட்டமைப்பை எழுதுவதும் எளிதானது தான்:



இரண்டு ''ரொட்டித் துண்டுகளி''ல் ஒன்றிற்குப் பதிலாக வெஞ்சனம் (மாங்கனீஸ் அணு) மூன்று கார்பன் மாஞக்ஸைடு மூலக்கூறுகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றது.

CMT எரி பொருள் திடீர் வெடித்தலை நீக்கு வதற்குச் சிறந்த பொருள். நமது பழைய நண்பனை டெல்லை விடத் திறமை மிகுந்தது. மற்றொரு வகையிலும் அதன் சிறப்பு அதிகமே. அநேக மாகத் தீங்கற்ற பொருள். இப்பொழுது நடை முறையில் அது எல்லா வகையிலும் பரிசோதிக்கப் பட்டு வருகின்றது. பெரிய வடிவத்தில் CMT என்ற எழுத்துக்கள் வரையப்பட்ட தொட்டி வண்டிகளை இப்பொழுது கூட வீதிகளில் பார்க் கலாம்.

டெல்லுக்குப் பதிலாக CMTயை உபயோகிப் பதனுல் ஆண்டு தோறும் பெரும் பணச்செலவை மிச்சப்படுத்தலாம் என்று பொருளாதார நிபு ணர்கள் கணக்கிடுகின்றனர்கள். நம்மைப் பொருத்த வரை அதில் ஏற்படக் கூடிய பெரிய நன்மை ஒன்று உண்டு. நமது ஊர்களிலும் நகரங்களி லும் உள்ள காற்று CMT உபயோகிப்பதனுல் மலினமடையாமலும் சுகாதாரத்திற்கு ஏற்ற தாகவும் இருக்கும்.

கார்பன் மானுக்ஸைடின் விநோதமான போக்குகள்

மேற்கூறிய சேர்மத்தைப் பொருத்தவரை சிக்கலானது ஒன்றும் இல்லை. ஒரு அணு கார் பன் ஒரு அணு ஆக்ஸிஜனுடன் இணைந்துள்ளது. பெயர்—'கார்பன் மானுக்ஸைடு'. கொடிய நச்சுப் பொருள் அது. வேதி வினைகளில் ''இஷ்ட மில்லாதது'' போல் தான் ஈடுபடுகின்றன. சுருங்கக் கூறின் அதற்கு மேல் ஒன்றுமில்லை.

...நீங்கள் நம்புவீர்களோ இல்லையோ, 1916ல் ஒரு ஜெர்மன் வேதிப் பொருள் தொழிற்சாலையில் ஒரு சிறிய சம்பவம் நிகழ்ந்தது. யாரோ ஒரு வருக்கு ஒரு இரும்பு சிலிண்டர் தேவையாயிருந்தது. ஐந்து ஆண்டுகளாக ஹைடிரஜன், கார்பன் மானாக்ஸைடு ஆகிய இரு வாயுக்களின் கலவை அழுத்த நிலையில் வைக்கப்பட்டிருந்த ஒரு பழைய இரும்பு சிலிண்டர் தொழிற்சாலையில் கிடந்தது. அதைத் திறந்து உள்ளே இருந்த வாயுக்களை வெளிச் செல்ல விட்டபின், சிலிண்டரின் அடியில், சற்று பழுப்பு நிறம் கொண்ட சிறிதளவு திரவப் பொருள் இருந்ததைக் கண்டார்கள். அதற்கு விரும்பத் தகாத புழுதி ஏறியது போன்ற மணம் இருந்தது.

அத்திரவம் ஏற்கெனவே அறியப்பட்டிருந்த சேர்மம். அதன் பெயர் வேதியியல் கையேடுகளில் கொடுக்கப்பட்டிருந்தபடி 'அயர்ன் பெண்டா கார்பனில்' $Fe(CO)_5$. அது ஒரு அபூர்வமான சேர்மம். ஒரு அணு இரும்பு ஐந்து மூலக்கூறுகள் கார்பன் மானாக்ஸைடு இணைந்த கட்டமைப்பு உள்ளது.

(அது ஒருபுறமிருக்க, விஞ்ஞானத்தில் கண்டுபிடிப்புக்கென்றே ஒரு தனித் தன்மையும், விதியும் உண்டு. அயர்ன் பெண்டாகார்பனில் என்னும் சேர்மம், 1891 ஜூன் 15 என்னும் அதே நாளில் இரண்டு விஞ்ஞானிகளால் தனித்தனியே கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. அவர்கள் ஃபிரஞ்சு விஞ்ஞானியான பெர்திலோவும், ஆங்கில விஞ்ஞானியான மாண்ட் என்பவரும் ஆவர். இத்தகைய பொருத்தம் அடிக்கடி நேருவதில்லையல்லவா!)

இப்பொருள் சிலிண்டரினுள் எவ்வாறு வந்தது என்று ஆராய்ந்து பார்த்த பொழுது அற்புதம் எதுவும் நிகழவில்லை என்பது விளங்கியது. சிலிண்டரின் உட்பரப்பில் இருந்து இரும்பு ஆக்ஸைடை ஹைடிரஜன் வாயு இரும்பாக மாற்றிய பொழுது, உட்பரப்பு இரும்பு அணுக்கள் ஊக்குவிக்கப்பட்ட நிலையில் இருந்தன. அதிக அழுத்த நிலையில் கார்பன் மானுக்ஸைடு இரும்புடன் வினையில் ஈடுபட்டது. இதை அறிந்து கொண்டவுடன் அத் தொழிற்சாலை நிபுணர்கள் கிலோகிராம் அளவில் மேற்கூறிய சேர்மத்தை உற்பத்தி செய்வதற்கு ஒரு கருவியை அமைத்தனர்.

மெய்யாகவே அயர்ன் பெண்டாகார்பனிலுக்குச் சில உபயோகங்கள் கண்டறியப்பட்டிருந்தன. எரிபொருள் திடீர் வெடிப்பை அகற்றுவதில் அதற்கு ஓரளவு திறன் இருப்பது கண்டறியப்பட்டது (இம்மாதிரிப் பொருள்கள் டஜன் கணக்கில், அல்லவா, இருப்பதாகத் தோன்றுகின்றது?). அயர்ன் பெண்டாகார்பனில் சேர்ந்த ஒரு விசேடமான பொருள் உற்பத்தி செய்யப்பட்டது. அதன் பெயர் 'மோடலேன்' [Motaline]. ஆயினும் மோட்டார் வண்டிகள் மேற்கூறிய எரிபொருளை நெடுங்காலத்திற்கு உபயோகப்படுத்தவில்லை. காரணம் பெண்டாகார்பனில் தனது பகுதிப் பொருள்களாக எளிதில் சிதைவடைகின்றது. அதன் இரும்புத் தூள் எஞ்சின்களில் பிஸ்டன் வளையங்களில் தங்கி அடைத்துக் கொண்டு தொந்தரவு கொடுத்தது. டெல் கண்டு பிடிக்கப்பட்டதும் ஏறக்குறைய அக்காலத்தில் தான்...

அயர்ன் பெண்டாகார்பனில் எளிதில் சிதை

வுறுகின்றது என்பதைத் தற்பொழுது மனத்தில் ஒரு மூலையில் நிறுத்தி வைத்துக் கொள்ளுங்கள். வேறு சில விஷயங்களை இப்பொழுது கவனிக்க வேண்டும்.

கார்பனில் சேர்மங்கள் எத்தனையோ கண்டு பிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. குரோமியம், மாலிப்டினம், டங்கஸ்டன், யுரேனியம், கோபால்ட், நிக்கல், மாங்கனீஸ், ரீனியம் ஆகிய பல தனிமங்களின் கார்பனில்களை அறிந்துள்ளோம். இச் சேர்மங்கள் பல்வேறு தன்மைகள் பெற்றவை.

ஆனால் அவை அனைத்திற்கும் பொதுவான, புதுமையான தன்மை உண்டு. வேதிப்பிணைப்பு பற்றியும், வழக்கமான கருத்துகள் கார்பனில்கள் விஷயத்தில் பொருந்துவதில்லை.

அரிய கட்டமைப்புள்ள சேர்மங்களில் உலோக அயனிகளுடன் பல்வேறு எண்ணிக்கையில் மின்னேற்றம் அற்ற மூலக்கூறுகள் இணைகின்றன என்பதை நாம் இங்கு நினைவு கூர்தல் வேண்டும். இதனால் தான் சிக்கலான சேர்மங்களின் வேதியியலில் வேதிப்பிணைப்பு என்பதற்குப் பதிலாக ஒருங்கிணைப்பு எண் என்பதைப் பயன்படுத்துகிறோம். ஒருங்கிணைப்பு எண் என்பது நடுவில் அமைந்த ஒரு அணுவுடன் எத்துணை மூலக்கூறுகளோ, அணுக்களோ, அல்லது அயனிகளோ இணைந்துள்ளன என்று காட்டுகின்றது.

இயற்கை கண்டுபிடித்த பயன் தரும் பொருள்களில் கார்பனில்கள் என்பவை மிகவும் அபூர்வமானவை. அவைகளில் மின்னேற்றம் இல்லாத அணுக்களுடன் மின்னேற்றம் இல்லாத மூலக்கூறுகள் இணைந்துள்ளன. எனவே இச்சேர்மங்களில்

உலோகத்தின் இணை திறன் பூஜ்யம் என்றே கொள்ள வேண்டும். ஏனெனில் கார்பன் மானுக்ஸைடில் மின்னேற்றம் இல்லை.

இவ்வேதியியலின் மற்ருெரு தோற்ற முரண்பாடு. இது வரையிலும் கூடி, இதற்கு முழுமையான அறிமுறை விளக்கம் தரப்படவில்லை என்று கூற வேண்டும்.

இந்த நமது விமர்சனத்தை இத்துடன் தற்பொழுது முடித்துக் கொள்வோம்.

நடைமுறையில் உலோகக் கார்பனில்கள் ஒரு மிகச் சுவையான விஷயத்திற்கு அடிப்படையாய் அமைந்துள்ளன.

உதாரணமாக, அவை சிறந்த வினை ஊக்கிகள்.

ஆனல் அதற்கு மேலும் சிறந்த பயன்படும் தன்மைகள் உண்டு.

ஒரு தொழிற்சாலையில் சாமான்கள் வைக்கும் அறையிலிருந்த ஒரு பழைய சிலிண்டரில் சிறிதளவு ஒரு புதிய திரவம் இருந்ததாகக் கூறினேமல்லவா? ஆய்ந்து பார்க்குங்கால் அது அயர்ன் பெண்டாகார்பனில் என்றும் கூறினேம்.

கதையைச் சுருக்கமாகச் சொல்லி விடுவோம். பெருமளவில் இச்சேர்மத்தை உற்பத்தி செய்யத் துவக்கி உள்ளார்கள். ஒரு சமயம் தொகுப்பு வினை நிகழும் கருவியின் கவனிப்பாளர் பகற் கனவில் ஆழ்ந்திருக்கும் போது கருவியின் சிறு துவாரங்கள் வழியாக பெண்டாகார்பனில் வெளியேறத்துவங்கியது. அதன் ஆவி அருகில் கிடந்த ஒரு எஃகுத் தகட்டின் மேல் படிந்தது. கவனிப்பாளர் தொகுப்புக் கருவியில் சிறிய துவாரம்

இருந்ததை சீக்கிரத்திலேயே கண்டு பிடித்து அடைத்தும் விட்டார். அப்படிச் செய்யும் பொழுது தற்செயலாக மேற்கூறிய எஃகுத் தகட்டை நகர்த்தி விடவே அது வைத்திருந்த உயர் மட்டத்திலிருந்து நழுவித் தரையில் வீழ்ந்தது.

வேட்டைக்காரர்களிடையே வழங்கும் ஒரு பழமொழி உண்டு. ''ஆண்டுக்கொருமுறை ஒரு வெறும் குச்சியும் தீப்பிடித்துக் கொள்ளும்,'' என்பது. வெயிலில் அமைதியாக நெடிய காலம் கிடந்த அந்த எஃகுத் தகடு தரையில் விழுந்ததும் வெடித்தது.

இதைப் பரிசீலிக்க ஒரு விசாரணைக் கமிஷன் பல தடவைகள் கூட்டங்கள் நடத்தியது. இறுதியாக, அக்கமிஷனைச் சேர்ந்த நிபுணர்கள் எஃகுத் தகடு வெடித்ததன் காரணம், அதன் மேல் வெகு நுண்ணிய இரும்புப் பொடி மூடிக் கொண்டிருந்தது தான் எனத் தீர்மானித்தனர். வெகு நுண்ணிய பொடிகள் மெதுவாகவே வெடிக்கக் கூடியவை; உதாரணமாக, மாவுப் பொடி அல்லது சர்க்கரைப் பொடி வெடித்த நிகழ்ச்சி பல சந்தர்ப்பங்களில் அறியப்பட்டிருக்கின்றது.

தகட்டின் மேல் படிந்த இரும்புப் பொடி பெண்டாகார்பனில் சிதைந்ததினுல் உண்டானது தான்.

உலோக கார்பனில்களைச் சிதைப்பதனுல் நுணுக்கிய நிலையில் உலோகப் பொடிகளைத் தயாரிக்க முடியும் என்ற உண்மை, விஞ்ஞானிகள் கவனத்தைப் பெரிதும் கவர்ந்தது.

அவ்வாறே தயாரித்த பொடிகள் சில தனிக் குணங்களைப் பெற்றிருப்பதாக அறிஞர்கள் பரி

சோதனைகள் மூலம் நிரூபித்தார்கள். இப்பொடிகளில் உள்ள துகள்கள் ஒரு மைக்ரான் [micron] அளவிற்குச் சற்றுப் பெரியவை. உதாரணமாக, இரும்புப் பொடியைப் ''பஞ்சு'' போன்ற நிலையில் தயாரிக்க முடியும். அதில் உலோக அணுக்கள் சங்கிலித் தொடர் வடிவத்தில் இணைந்திருந்தன.

ஒரு சூடான பரப்பின் மேல் படியும் பொழுது கார்பனில்கள் ஒரு உறுதியான மெல்லிய சவ்வு போல் மேற்பரப்பை மூடிக்கொள்கின்றன. இத்தகைய சவ்வுக்களும், பொடிகளும் ஒரு மிகப் பயன் தரும் தன்மை கொண்டவை. அவற்றிற்குக் காந்தத் தன்மைகள், மின் தன்மைகள் இருப்பதனால் ரேடியோ பொறியியல், எலக்ட்ரானிக்ஸ் ஆகிய துறைகளிலே அவை பெருமளவில் உபயோகமாகின்றன.

பொடி உலோக இயல் என்னும் துறையில் ஈடுபட்டவர்களுக்கும் மேற்கூறிய பொடிகள் அக்கறைக்குரிய விஷயங்கள்.

சிகப்பும் பச்சையும்

நாம் இப்பொழுது கூறப்போகும் இரு அங்ககச் சேர்மங்கள் மிகச் சிக்கலான கட்டமைப்பு உள்ளவை. அவற்றின் வரி வடிவ அமைப்பை வரைந்து காட்டுவதற்கு நமது புத்தகத்தில் ஒரு முழுப் பக்கமே தேவையாய் இருக்கும். இவை இரண்டும் மட்டுமே சிக்கலானவை மட்டுமல்ல, அபூர்வமானவை; அவற்றின் மூலக்கூறு ஒரு உலோக அணுவைக் கொண்டதாக இருக்கின்றது. அந்த



ஒன்றை அணு பல விஷயங்கள் இணைந்த ஒரு சிக்கலான அமைப்பின் நடுவில் புதைந்து கிடக்கின்றது. வேதியியல் அறிஞர்கள் இச்சேர்மங்களை கிலேட் [chelate] சேர்மங்கள் என்று கூறுகின்றனர்.

மேற்கூறிய இரு சேர்மங்கள் ஹீமோகுளோபினும் க்ளோரோஃபில்லும் (இலைப்பச்சையும்). உதிரத்தின் செவ்வண்ணத்திற்கும் செடிகளின் பசுமைக்கும் முறையே அவை தான் காரணம். உலகில் உயிரோட்டமுள்ள பொருள்களுக்கெல்லாம் அடிப்படையில் அமைந்தவை இவ்விரு சேர்மங்களே.

ஹீமோகுளோபினின் உட்கருவாய் அமைந்தது இரும்பு அணு. பல்வேறு பிராணிகளின் உதிரத்தில் வெவ்வேறு ஹீமோகுளோபின் சேர்

மங்கள் இருக்கின்றன. ஆயினும் அவை அனைத்தும் ஒரே அடிப்படையிலமைந்த கட்டமைப்பைக் கொண்டவை. ஒரு மனிதனின் இரத்தத்தில் சுமார் 750 கிராம் ஹீமோகுளோபின் இருக்கிறது.

ஒரு பிராணியின் சுவாசக் கருவிகளிலிருந்து அதன் திசுக்களுக்கு ஆக்ஸிஜனை வாங்கிக் கொடுப்பது இந்த ஹீமோகுளோபின் தான்.

க்ளோரோஃபில்லும் அநேகமாக அதே கட்டமைப்பைக் கொண்டது. அதற்கும் ஹீமோகுளோபினுக்கும் உள்ள வேற்றுமை, க்ளோரோஃபில்லில் உள்ள உலோக அணு மக்னீஸியம் என்பதுதான். க்ளோரோஃபில்லின் அதி முக்கியமான வேலை, பொறுப்பு வாய்ந்ததும் சிக்கலானதும் கூட. வாயு மண்டலத்திலிருந்து கார்பன் டையாக்ஸைடை உறிஞ்சிப் பயன்படுத்திக் கொள்ளும் திறனைத் தாவரத்திற்கு க்ளோரோஃபில் தான் கொடுக்கிறது.

ஹீமோக்ளோபின், க்ளோரோஃபில் இவ்விரண்டும் எவ்வாறு செயல்படுகின்றன என்பதை வேதி அறிஞர்கள் இப்பொழுதுதான் ஓரளவு புரிந்து கொண்டுள்ளனர். நடுவிலமைந்த இரும்பு, மக்னீஸியம் அணுக்கள் இச்சேர்மங்களின் செயல்படும் முறையில் மிக முக்கியமானதொரு பாகத்தை ஏற்கின்றன என்று தெளிவாகியிருக்கின்றது.

இயற்கையின் கற்பனைச் சக்தி மிக விரிவானதென்று தோன்றுகிறது. ஹீமோக்ளோபின், க்ளோரோஃபில் ஆகிய சேர்மங்களின் அங்ககக் கட்டமைப்பான பார்ஃபினிக் [porphinic] அமைப்பில் இரும்பு, மக்னீஸியம் ஆகிய இரு உலோகங்கள் மட்டுமல்ல, தாமிரம், வனேடியம், மாங்

கனிஸ் போன்ற உலோக அணுக்களும் இருக்க லாம் என்று தோன்றுகிறது.

உலகிலுள்ள பிராணிகளின் உதிரம் நீல வண்ணமுள்ளது. சில கிளஞ்சல் பிராணிகள் [molluscs] இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. அவற் றின் இரத்தத்திலுள்ள ஹீமோக்ளோபினில் இரும் புக்குப் பதில் தாமிரம் இருக்கிறது.

உலகென்றும் இரசாயன கண்காட்சி சாலை யில் எத்தனை விசித்திரமான காட்சிப் பொருள் கள் உள்ளன பாருங்கள்!

எல்லாம் ஒன்றில்

நமது நூற்றுண்டின் முதல் முப்பது ஆண்டு களில் பூவேதியியல் அறிஞர்கள் அதி சுவராச்ய மான கொள்கை ஒன்றை வெளியிட்டனர். அதன்படி இயற்கையில் காணப்படும் எந்தப் பொருளும், ஒரு கல்லோ, மரத்துண்டோ, கைப் பிடி மண்ணோ அல்லது ஒரு துளி நீரோ எது வாயினும் பூமியின் மேல் அறியப்பட்ட ஒவ்வொரு தனிமத்தின் அணுக்களை தன்னிடத்தே கொண்ட தாகும்.

முதலில் இது ஒரு நம்பமுடியாத அனுமான மாகத்தான் தோன்றியது. ஆனுல் ஆண்டு தோ றும் பதிப்பாய்வு வேதியியலின் பார்வை கூர்மை யாகியது. புதிய பகுப்பாய்வு முறைகளினுல் ஒரு பொருளின் ஒரு கிராமின் மிலியனில் ஒரு பாகத் தை, ஏன் பிலியனில் ஒரு பாகத்தைக் கூட கண் டறிவது சாத்தியமானது. அறிஞனின் கூற்று நூற் றுக்கு நூறு உண்மையில்லாவிடினும் உண்மைக்கு அருகிலேயே இருந்தது.

உண்மையில், ஒரு ஆற்றின் கரையில் நாம் ஏதோ ஒரு கல்லை எடுத்தால் அதில் சிலிகன், அலுமினியம், பொட்டாஷியம், துத்தநாகம், வெள்ளி, யுரேனியம் ஆகிய தனிமங்களைக் காண லாம். மூலக்கூறு அட்டவணையின் தனிமங்களனைத் தையும் காணலாம். பெரும்பான்மையான தனி மங்களின் ஒரு சில அணுக்களின் அளவே அதில் உள்ளன. ஆனால் இந்தக் கூற்றே விநோதமானது தான்.

நாம் பார்த்த கல்லில் உள்ள எல்லாத் தனி மங்களும் ஒரே ஒரு சேர்மத்தில் அடங்கியுள்ளன என்று எண்ணுவது அறியாத்தன்மையே. கல்லா னது சிக்கலான ரசாயனப் பொருள்களின் நெருக் கமான ஒரு கலவையே. சிலிகன், அலுமினியம், ஆக்ஸிஜன் ஆகியவை அதிலுள்ள முக்கியமான தனிமங்கள், மற்ற எல்லாத் தனிமங்களின் அள வும் இவற்றின் அளவை விட மிகக் குறைவு. அவற்றில் பல மிக நுண்ணிய அளவில்தான் உள்ளன.

இயற்கையில் இவ்வாறெனில் ரசாயன ஆய் வகங்களைப்பற்றி என்ன? மெண்டலீஃப் அட்ட வணையின் தனிமங்களனைத்தையும் தன் மூலக் கூறில் கொண்ட ஒரு சேர்மத்தை விஞ்ஞானிகள் தயாரிக்க முடியுமா?

வேதியியல் அறிஞர்கள் பன்னிரண்டு தனி மங்களுக்கு மேல் கொண்ட சிக்கலான சேர்மங் களை தயாரித்திருக்கிறார்கள். ஆனால் அதற்கு மேலில்லை. பெரிய வீட்டில் குடியிருக்கும் எல்லாத் தனிமங்களும் ரசாயனத் தளைகளால் இணைக்கப் பட்ட ஒரு மூலக்கூறு அமைப்பைத் தோற்று

விக்கும் கடினமான வேலையில் ஒருவரும் முனை-வில்லை. அவ்வாறு செய்ய அவர்களுக்கு நேர மில்லாததினால் மட்டுமல்ல, அது செய்முறையில் முக்கியமல்ல என்பதே காரணம். அத்துணை பெரிய ராட்சத மூலக்கூறைக் கட்டுவது கடினந்தான்.

ஆனால் முடியும்.

ஒரே படியில் ஒரு கட்ட வினையின் மூலம் பெறக் கூடிய ரசாயனச் சேர்மம் அபூர்வம். எல்லாத் தனிமங்களும் இணைந்த ஒரு மூலக்கூறை அமைக்கும் முயற்சியில் நாம் ஈடுபட்டால், பலடஜன், ஒரு வேளை நூற்றுக்கணக்கான கட்டங்களில் தான் செய்ய முடியும்.

அத்தகைய சேர்மத்தைச் செய்யும் வகைகளைப் பற்றி சிந்திக்க ஒருவரும் முனையவில்லை, என்பதனால் சகல தனிம சேர்மத்தில் மிக எளிய அமைப்பின் வாய்ப்பாட்டை காகிதத்தின் மேல் எழுதிக்காட்ட முடியவில்லை.

வரைபடங்களன்றி எந்த அமைப்பையும் விவரமாகக் காட்ட இயலாது. நாம் செய்யக் கூடியதெல்லாம் நமது கற்பனையைப் பயன் படுத்துவதே ஆகும்.

அதி விநோதமான அணு, இரசாயனம்

தனித்தன்மை பெற்ற இந்த அணுவின் குறி யீடு Ps. அதனை மெண்டலீஃபின் அட்டவணையில் நீங்கள் தேடினால் அது வீணே. அது எந்த ஒரு தனிமத்தின் அணுவுமல்ல.

அதன் வாழ்நாள் ஒரு விநாடியின் 10 மிலி யனில் ஒரு பாகத்திலும் குறைந்தது. எனினும்

அது கதிரியக்கம் கொண்டதெனக் கூற முடியாது.

Ps என்பது பாஸிட்ரானியம் என்பதைக் குறிக்கும். அதன் அமைப்பு மிக எளிமையானது.

ரசாயனத் தனிமங்களின் அமைப்புக்களிலேயே மிகவும் சமானியமான ஹைடிரஜன் அணுவை எடுத்துக் கொள்ளுங்கள். ஒரு எலக்ட்ரான், ஒரு தனிப் ப்ரோடனைச் சுற்றிச் சுழல்கிறது.

பாஸிட்ரானியம் அணுவானது, ஒரு பாஸிட்ரான் வெளியிடப்படுதலுடன் கூடிய சில வகையான கதிரியக்க மாற்றங்களில் தோன்றுகிறது.

பாஸிட்ரானியத்தில்,பாஸிட்ரான் எனப்பட்ட சாதாரணத் துகள் [elementary particle] ப்ரோடானின் வேலையைச் செய்கிறது. அது எலக்ட்ரானின் எதிர்த்துகள். பாஸிட்ரான் எலக்ட்ரானைப் போன்ற அதே பரிமானமும் எடையும் கொண்டது. அதன் மின்னேற்றம் எதிரானது (அதாவது நேர் மின்னேற்றம் என்பதே வித்தியாசம்).

ஒரு பாஸிட்ரானும் ஒரு எலக்ட்ரானும் மோதிக் கொண்டால் இரண்டுமே அழிந்து விடும். அவை ஒன்றையொன்று அழித்து விடு[annihilate]வதாகப் பௌதீக அறிஞர்கள் கூறுவர். வேறு வார்த்தைகளில் அவை ஒன்றுமில்லாததாகி விடுகின்றன. அல்லது மிகச் சாதாரணமாகக் கூறின், ஒரு கதிரியக்கம் ஆகி விடுகின்றன.

ஆனால் மறைவதற்கு முன்னர் இவ்விரு பரமவைரிகளும் ஒரு குறுகிய கணத்திற்குப் பாஸிட்ரானியம் அணுவைத் தோற்றுவித்து அருகருகே இருக்கின்றன. அது உட்கரு இல்லாத ஒரு அணு, ஏனெனில் எலக்ட்ரானும் பாஸிட்ரானும் ஒரு

பொதுவான புவியீர்ப்புத் தானத்தில் சுழல்கின்றன.

பாஸிட்ரானியத்தின் மீது யார் அக்கறை காட்ட முடியும்? அறிமுறை பௌதிக அறிஞர்கள் மட்டுமே எனத் தோன்றும்; அல்லது தங்கள் நட்சத்திர விண்வெளிக் கப்பல்களுக்குப் புதுவகையான எரி பொருளைத் தேடும் விஞ்ஞானப் புதின எழுத்தாளர்களாயிருக்கலாம்.

ஆனால் சமீபத்தில் அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் "The Chemistry of Positronium" ("பாஸிட்ரானியத்தின் வேதியியல்") என்னும் தலைப்புடன் ஒரு கனமான புத்தகம் அச்சடிப்பட்டது. இது விஞ்ஞானப் புதினமல்ல. இந்தப் புத்தகம் தீவிர விஞ்ஞானிகளால் எழுதப்பட்டது. ஆராய்ச்சியாளர்கள் தங்கள் வேலைகளில் இந்த அபூர்வ அணுவை எவ்வாறு பயன்படுத்துகின்றனர் என்று அதில் எழுதப்பட்டிருந்தது.

அதன் குறுகிய வாழ்வில் பாஸிட்ரானியம் ரசாயன வினையில் ஈடுபட இயலும். அது காலியான இணை திறன் தளைகளைக் கொண்ட ரசாயனச் சேர்மங்களுடன் விசேஷ ஆர்வத்துடன் வினை புரிகிறது. இந்தக் காலியிடங்களைப் பாஸிட்ரானியத்தின் அணுக்கள் எடுத்துக் கொள்கின்றன.

ஒரு சேர்மத்தின் மூலக்கூறினுள் நுழைந்து விட்ட பாஸிட்ரானியத்தின் அழிவின் தன்மையைத் தனிப்பட்ட கருவிகளினால் வேதியியலறிஞர்கள் கண்டு பிடிக்க முடியும். அந்த மூலக்கூறின் அமைப்புக்குத் தகுந்தவாறு அது அழிவதாகக் கண்டுள்ளனர். இதனால் வேதியியலறிஞர்களுக்கு மூலக்கூறமைப்புக்களின் நுணுக்கங்களை ஆராய

வும் சர்ச்சைக்குறிய சிறந்த பல பிரச்சினைகளைத் தீர்க்கவும் முடிகிறது. மற்ற முறைகள் இதில் தோல்வி கண்டன.

மீண்டும் வைரம்

நமது இரசாயனக் காட்சி சாலையில் வைரம் அதி முக்கியமான காட்சிப் பொருள் அல்ல. தனித் தன்மை கொண்டதல்ல அது. மிகவும் சாதாரணமானது. அதன் குறிப்பிட்ட கார்பன் கூட்டு இன்று ஒருவருக்கும் வியப்பூட்டுவதில்லை. 17ஆம் நூற்றாண்டில் வேதியியலறிஞர்கள் ஒரு சாதாரண பூதக் கண்ணாடியைப் பயன்படுத்திச் சூரிய கிரணங்களில் வைரப்படிகங்களை எரித்தனர்.

வேதியியலறிஞர்கள் வேறு எத்தனையோ தாங்கள் மனதில் நீண்ட காலமாகக் கொண்டிருந்தனர். அதாவது எப்படி க்ராஃபைட்டை வைரமாக மாற்றுவது? இவை இரண்டுமே கார்பன் தான். செய்ய வேண்டியதெல்லாம் கிராஃபைட் கார்பன் கூட்டை வைரத்தின் கூடாக மாற்றியமைப்பதற்கு வழி தேடுவது தான். இவ்வாறு ஒன்றும் சேர்க்கப்படாமல் எல்லாவற்றிலும் கடினமான பொருள் யாவற்றிலும் மிருதுவான பொருளிலிருந்து செய்யப்படுகிறது.

கடைசியில் ஒரு வழி கண்டு பிடிக்கப் பட்டது. அது மிகவும் வேடிக்கையான கதை. அதனைத் தகுந்த இடத்தில் கூறலாம். தற்சமயத்திற்கு, செயற்கை வைரம் தயாரிப்பதற்குத் தேவையானது மிக அதிக அழுத்தமே என்று மட்டும் கூறுவோம்.



எனவே இக்கதையின் நாயகன் அழுத்தமே. ஒன்று, இரண்டு அல்லது பத்து அட்மாஸ்ஃபியர் போன்ற சாதாரண அழுத்தமல்ல. ஒவ்வொரு சதுர செண்டிமீட்டர் பரப்பளவும் நூறாயிரக் கணக்கான கிலோகிராமைத் தாங்கும்.

இவ்வாறு அசாதாரண அழுத்தங்களினுல் இது வரை அறியப்படாத பொருள்களை அடைய படுகிறது.

ரசவாதிகள் வெள்ளை, சிகப்பு என இரு ஃபாஸ்பரஸ் வகைகளை அறிந்து வைத்திருந்தனர். இப்போது கருப்பு ஃபாஸ்பரஸ் என்ற மூன்று வது வகையும் இருக்கின்றது. மற்ற இரண்டை யும் விடக் கனமானது, அடர்வு மிக்கது. பல உலோகங்களைப் போல் நல்ல மின் கடத்தியாக உள்ளது. நல்லதொரு அலோகமான ஃபாஸ் பரஸ் கிட்டத்தட்ட உலோகப் பொருளாக, அதி லும் நிலைத்த தன்மையுடையதாக மிக அதிக அழுத்தத்தினால் மாற்றப்பட்டது.

இதைத் தொடர்ந்து ஆர்செனிக் இன்னும் வேறு சில அலோகங்களும் காற்றப்பட்டன. ஒவ்வொரு முறையும் விஞ்ஞானிகள் அவற்றின் தன்மைகளில் வியக்கத்தக்க மாறுதல்களைக் கண் டார்கள். அவர்களின் கண்களெதிரே மிக அதிக அழுத்தத்தின் பலம் வாய்ந்த கையானது இந்தத் தன்மைகளை மாற்றி விட்டது.

பௌதிக நோக்கில் அசாதாரணமான எது வும் நிகழ்ந்து விடவில்லை. மிக அதிகமான அழுத்த மானது அது தனிமங்களின், அவற்றின் சேர் மங்களின் படிக அமைப்பை மாற்றி அமைத்து, அவற்றின் உலோகத் தன்மையை அதிகமாக்கி விடுகிறது.

இவ்வாறு தான் ''அழுத்தத்தினால் உலோக மாக்குதல்'' [pressure metallization] என்ற பௌதிகச் சொற்றொடர் தோன்றிற்று.

...விண்வெளி வீரர்கள் ஏற்கெனவே சந்திர னுக்குச் சென்று திரும்பி விட்டனர். செவ்வா யும் வியாழனும் தற்போது முக்கியத்துவம் பெறும் நாள். பிறகு இன்னும் தூரத்தில் உள்ளன, மேலும்

பல மர்மங்கள் நிறைந்த மற்ற உலகங்களின் முறை வரும். மனிதர்கள் மீண்டும், மீண்டும் விநோதமான, எதிர்பாராத, முன்னறிந்திராத வற்றை எதிர் கொள்ளுவர்.

ஆனல் இப்பொழுது ஒரு குறிப்பிட்ட பிரச்சினையில் ஆர்வம் கொள்ளுகிறோம்.

ரசாயனத் தனிமங்கள் எங்கிலும் ஒன்றுபோல் உள்ளனவா? படியமைப்புச் சட்டம், மெண்டலீஃபின் அட்டவணை இவற்றின் பலம் விடுப்பின்றி எல்லா விண்வெளிக் கோளங்களுக்கும் பொருந்துமா? அல்லது ருஷ்ய விஞ்ஞானியின் மேதாவிலாசம் பொருந்திய படைப்பு பூமியின் மேல் மட்டுமே சரியா?

முடிவற்ற கேள்விகளினுல் படிப்பவரை நாம் தொந்தரவு செய்யவில்லை. உண்மையில், விடையளித்தலைவிடக் கேள்வி கேட்பது மிக்க எளிது.

வேதாந்திகள் நிச்சயமான அபிப்பிராயம் கொண்டுள்ளனர். அவர்கள் படியமைப்புச் சட்டமும், அட்டவணையும், அகில உலகம் முழுமையிலும் ஒன்றே தான் [universal] என்று நம்புகின்றனர். அதாவது உஷ்ணமும் அழுத்தமும் பலஸ்தானங்கள் கொண்ட எண்களாயில்லாத இடங்களில், பூமியின் சூழலிலிருந்து அதிக வேறுபாடு இல்லாத சூழல்களில் அவை பொருந்துகின்றன.

நாமறியாத பூமி

''நட்சத்திரங்களை எண்ணுவதற்கு முன்னர் காலடியின் கீழ் பார்'', என்பது ஒரு கீழை நாட்டு வாக்கு.

நமது கிரகத்தை நாம் அவ்வளவு நன்ருக அறிந்து கொண்டுள்ளோமா? நமக்கு தெரிந்தது மிகக் குறைவே. பூமி உருண்டையின் உள் அமைப்பையும், அதன் ஆழமான பகுதிகளில் உள்ள பொருள்களைப் பற்றியும் நாம் அறிந்துள்ளது மிகக் குறைவே.

நம்மிடமுள்ளவையெல்லாம் மிக அதிக எண்ணிக்கையில் பல்வேறு கருதுகோள்கள் தான். எந்த ஒன்றும் தனிப்பட்டதல்ல.

எண்ணைக் கிணறுகள் ஏற்கெனவே ஏழு கிலோமீட்டர்கள் கீழே சென்று விட்டன. சமீபத்திய எதிர்காலத்தில் தோண்டப்படக் கூடிய ஆழம் மிக்க அதிகமே—15-20 கிலோமீட்டர்கள். ஆனல் பூமியின் ஆழம் 6,300 கி. மீட்டர் என்பதை மறந்து விடக் கூடாது.

இன்னுமொரு கீழைப் பழமொழி உண்டு: ''ஒரு கொட்டையின் உருசியை அறிய அதை உடைக்க வேண்டும்.''

நமது கிரமம் அதன் அமைப்பில் ஒரு கொட்டையைச் சற்று ஒத்திருக்கின்றது எனலாம். ஒரு வெளி ஓடும் அதாவது பூமியின் மேல் பொருக்கு [crust], ஒரு உள் பருப்பும்—பூமியின் உட்பாகம் [core] உள்ளன. மேல் பொருக்கிற்கும் உட்பாகத்திற்கும் இடையில் மான்டில் [mantle] எனப்படும் ஒரு மிக அடர்த்தியான அடுக்கு இருக்கிறது.

பூமியின் ஓட்டில் என்ன இருக்கிறதென்று நாம் ஓரளவு அறிவோம். அதாவது ஒரு பச்சைக் கொட்டையைச் சுற்றி மூடியிருக்கும் மெல்லிய உருசி மிக்க படலத்தைத்தான் அறிவோம். மான்டில், உட்பாகம் ஆகியவை எப்படி அமைந்

துள்ளன என்பதெல்லாம் இன்னமும் அறியப்படாதவைகளே.

ஒன்று மட்டும் நிச்சயமாகக் கூறலாம். பூமியின் உட்பாகத்தை அமைக்கும் பொருள்கள் விநோதமானவை. பூமியின் மையப் பாகத்தை நெருங்கிச் செல்ல, மேலடுக்குகளின் அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. உட்பாகத்தில் (நடுமையத்தில்) இந்த அழுத்தம் மூன்று மிலியன் அட்மாஸ்ஃபியர்கள் மதிப்பை அடைகிறது.

பூமியின் உட்பாகத்தைப் பற்றிப் பார்ப்போம். ஒரு நூற்றுண்டுக்கும் மேலாக அதன் அமைப்பு, விஞ்ஞானிகளிடையே சர்ச்சைக்குரிய விஷயமாக இருந்து வருகின்றன. எத்துணை விஞ்ஞானிகள் உள்ளனரோ, அத்துணை கருதுகோள்கள் உள்ளன.

சிலர் பூமியின் உட்பாகம் இரும்பு-நிக்கலினானது, என்கிறார்கள். மற்றவர்கள் வேறு விதமாக எண்ணுகின்றனர். அவர்களது அபிப்பிராயத்தில், உட்பாகத்தை அமைக்கும் பொருள் ஒலிவைன் [olivine] என்னும் தாது ஆகும். சாதாரண சூழ்நிலையில் அது மக்னீஸியம், இரும்பு, மாங்கனீஸ் சிலிகேட்டுகளின் கலவையாகும். உட்பாகத்தில் இருக்கும் மிகப் பயங்கரமான அழுத்தமானது ஒலிவைன் உலோகம் போன்ற ஒருவிதப் பொருளாக மாற்றி விடுகிறது. சில உட்பாகத்தின் மையப் பகுதியின் திட நிலை அமையும் வரை அழுத்தப்பட்ட ஹைடிரஜன் இருப்பதாகவும், ஆனால் ஹைடிரஜனுக்கு அதன் தன்மைக்கு மாறான உலோகத் தன்மைகள் உள்ளதாகவும் கூறும் விஞ்ஞானிகளும் உள்ளனர். இன்னும் சிலர்...

ஆனால் நாம் இத்துடன் நிறுத்தி விடுவோம். ''ஒரு கொட்டையின் உருசியை அறிய அதை உடைக்க வேண்டும்.'' ஆனால் பூமியின் உள்ள பாகத்தைப் புகுந்தறிய நீண்ட காலம் ஆகும்.

அணுக்கருவின் அமைப்பை விட இதன் அமைப்பைப் பற்றி நாம் குறைந்த அளவே அறிகிறோம். இது ஒரு முரண்பாடல்லவா?

காலடியில் அறியாதது உள்ளது! வேதியியல் விஞ்ஞானிக்கு அற்புதங்களடங்கிய பண்டக சாலை இருக்கிறது: அதில் விநோதமான படிக வடிவில் தனிமங்கள், உலோகங்களாக்கப்பட்ட அலோகங்கள், கற்பனைக் கெட்டாத கனங்கள் கொண்ட பல்வேறு சேர்மங்கள் ஆகியவைகள் உள்ளன.

ஆழமான அடிப்பாகத்தின் விநோதமான இரசாயனம்!

சோவியத் விஞ்ஞானி ஏ. காபுஸ்டின்ஸ்கி குறிப்பிட்டது போல் தற்போதைக்கு நமது இரசாயன அறிவு மிவும் ''ஆழமற்றதாக''வே [superficial] உள்ளது.

மூலகங்களின் மீள் படியமைப்பு மிக்க அதிக ஆழத்திலும் பொருத்தமாக உள்ளதா? ஆம், அணுவின் எலக்ட்ரானிக் அமைப்பு மாறாதிருக்கும் வரை இதுவும் பொருந்தும். எலக்ட்ரான்கள் கூடுகளில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் வரை...

ஆனால் இந்த ''மாறா நிலை'' அந்தி அளவிற்குத் தான் காப்பாற்றப்படுகிறது.

ஒரு தனிமம் அதே தனிமமாகவே இருப்பதில்லை

மிக அதிக அழுத்தத்தைப் பற்றி நாம் இன்னும் விட்டுவிடவில்லை. நமக்குப் புதியதொரு அதிசயத்தை அது அளிக்கப் போகிறது.

அணுக் கருவின் எலக்ட்ரானிக் சூழல் ஒரு தளர் பொருந்திய அமைப்பாகும். அது சில எலக்ட்ரான்களை இழந்து அணுவானது அயனி ஆகிவிடுகிறது. இரசாயன வினைகளின் போது இது எப்போதும் நிகழ்ந்து கொண்டேயிருக்கிறது.

அது அநேக எலக்ட்ரான்களை இழக்கலாம். கடைசியில் எல்லாவற்றையுமே இழந்து விடுவதால் கரு மட்டுமே வெறுமையாகத் தங்குகிறது. மிலியன் டிகிரி வெப்பநிலைகளில், உதாரணமாக, நட்சத்திரங்களில் இது நிகழ்வதாக அறியப்படுகிறது.

ஆனல் வேருன புதிர் ஒன்று உண்டு. எலக்ட்ரான்களின் மொத்த எண்ணிக்கை மாருமலிருந்து, அவை தம்மை எலக்ட்ரான் ஷெல்களில் வேறு விதமாக அமைத்துக் கொள்வதாகக் கொள்வோம். அத்தகைய மாற்றம் அணுவின் தன்மைகளையே வேறுபடுத்துவதனுல் அத்தனிமத்தின் குணங்களையே மாற்றி விடுகிறது.

இது தான் உதாரணத்தின் கீழ் உள்ள விளக்கம். இப்போது உதாரணத்தையே காண்போம்.

பொட்டாஷிய அணுவைக் கற்பனை செய்வதில் உங்களுக்குக் கஷ்டம் எதுவும் இராது. அதில் நான்கு ஷெல்கள் உள்ளன. மையக் கருவுக்கு மிக அருகில் இருக்கும் K & L ஷெல்கள் உள்ளன: முதலாவதில் 2, இரண்டாவதில் 8

எலக்ட்ரான்கள். சாதாரண நிலைமைகளில், இவற்றில் இதை விட அதிக எலக்ட்ரான்கள் செலுத்துவதில்லை. ஆனால் மற்ற இரு ஷெல்களும் நிரம்பவில்லை. M-ஷெல்லில் (18 இருக்கலாமென்றாலும் முந்திய ஷெல் நிரம்புவதற்குள்) எட்டும், N-ஷெல்லில் ஒரே எலக்ட்ரானுடன் ஆரம்பிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

எலக்ட்ரான் ஷெல் ஒழுங்கற்ற முறையில் அமைவதைக் காட்டும் முதல் அணு பொட்டாஷியமே.

நான்காவது ஷெல்லில் நுழைவதற்குப் பதில் மூன்றாவது ஷெல்லிலேயே இன்னும் பத்துக் காலியிடங்கள் இருப்பதனால் பொட்டாஷியம் எலக்ட்ரான் தொடர்ந்து சேரலாம் என்பதைக் கற்பனை செய்வது எளிதே.

சாதாரண நிலைகளில் இது விநோதக் கற்பனையல்ல? ஆனால் மிக அதிக அழுத்தங்கள் அசாதாரண நிலையைத் தோற்றுவிக்கிறது.

மிக அழுத்தத்தின் கீழ் கருவைச் சுற்றியுள்ள எலக்ட்ரான் ஷெல்கள் வெகுவாகச் சுருங்கி வெளிப்புற எலக்ட்ரான்கள் உள்ளே அமைந்துள்ள முடிவுறாத ஷெல்களில் விழலாம்.

உதாரணமாக, பொட்டாஷியம் அணுவின் நான்காவது ஷெல்லின் வெளி எலக்ட்ரான் மூன்றாவதில் பொருத்தப்பட்டு, M-ஷெல்லின் ஒன்பது எலக்ட்ரான்களாக்குகிறதெனக் கொள்வோம்.

இதன் விளைவு என்னாகும்? பொட்டாஷியத்தின் அணு எண்ணும் (19), எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும் முன்போலவே தானிருக்கும். ஒரே

சொல்லில் வேறு தனிமங்களாக மாற்றம் எது வும் நிகழவில்லை.

எனினும் நமது பழைய நண்பன் கார உலோகமான பொட்டாஷியம் இதன் பிறகும் நமது பழைய நண்பனாக இராது. அது நான்குக்குப் பதில் மூன்று ஷெல்களையும், வெளி ஷெல்லில் ஒன்றுக்குப் பதில் ஒன்பது எலக்ட்ரான்களையும் கொண்ட அன்னியனுயிருக்கும். எனவே ''புதிய பொட்டாஷிய''த்தின் [neopotassium] ரசாயனக் குணங்களைப் புதிதாக அறிய வேண்டும்.

இக்குணங்களைப் பற்றி நாம் அனுமான மாகத் தான் அறியலாம். ஏனெனில் ''ஒநாயாக மாற்றமடைந்த பொட்டாஷிய''த்தின் ஒரு துளி கூட ஆராய்ச்சிக்கு கிடைக்கவில்லை.

மேலும் அதிக அழுத்தங்களில் பொட்டா ஷியத்திற்கு அடுத்து வரும் தனிமங்களும், தங் கள் பழைய தன்மையை இழந்து விடும். மெண்ட லீஃபின் அட்டவணைச் சட்டப்படி எலக்ட்ரான் ஷெல்களைப் படிப்படியாக நிரப்புதல் என்னும் விதி இனியும் பின்பற்றப்படவில்லை. ஒரு ஷெல் நிரம்பாமலிருக்கும் வரை அதனை அடுத்தது காலி யாக இருக்கும்.

இதுவும் ஓர் படியமைப்பு முறையாக இருக் கலாம். ஆனுல் மெண்டலீஃபினுடையதல்ல. முதன் மூன்று வரிசையிலுள்ளவற்றைத் தவிர அதில் வசிப்பவர்கள் மாறுபட்டவையாக இருக்கலாம். அதன் ''கார'' உலோகங்கள் தாமிரமும் ப்ரோ மெதியமாகவும், அதன் ''உயர் வாயுக்கள்'' நிக் கலும் நியோடிமியமாகவும் இருக்கும் (இவற்றின் வெளி ஷெல்கள் நிரம்பி இருக்கும்).

''ஆழ்ந்த அறிவு'' [deep-seated] இரசாயனம் இப்படித்தான் திரும்பும்! அசாதாரண இணை திறன்கள், நூதனமான குணங்கள், விநோத மான சேர்மங்கள்...

ஆம், கவரத்தக்கது தான். உண்மையா? யாருக்குத் தெரியும்...

இங்கு தேவையானது ஒரு வேளை ஏதோ ஒரு ''வைத்தியக்காரத்தனமான'' யோசனையா யிருக்கலாம். ஏனெனில் முற்றிலும் புதிய வகை யான பொருள் தயாரிக்கப்பட வேண்டியிருக்கின் றது. உண்மையில், அது மிக அதிக அழுத்தங் களில் இருந்தாலும் சாதாரண நிலைமைகளில் நமக்குப் பழக்கமான தனிமங்களின் உருவை மீண் டும் அடைய வேண்டும்.

இந்த மாந்தத்தை எவ்வாறு பாதுகாப்பது அல்லது ''உறையச் செய்வது'' என்பது தான் இப்பிரச்சினை. இதனைத் தீர்ப்பதில் நாம் வெற்றி யடைந்தால் உண்மையில் ஒரு புதிய ரசாயனம், ரசாயனம் நம்பர் 2, கிடைக்கும்.

அதன் கண்களால்



பகுப்பாய்வு பற்றி ஒரு வார்த்தை

மிகைலோ லோமொனோஸவ் ஒரு முறை "இரசாயனம் தன் கைகளை அகல விரிக்கிறது..." என்றார். இரு நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் அவரது அறிவு நுகர்ந்து விட்டது, எதிர்காலச் சந்ததிகளுக்கு இந்த விஞ்ஞானத்தின் முக்கியத்துவத்தை.

20ஆம் நூற்றுண்டு இதனை விரிவாக வெளிக்கொணர்ந்து விட்டது. இரசாயனம் தற்போது "பல கைகள் கொண்ட மிருகம்" போன்றது. கேட்ட மாத்திரத்திலேயே அதன் கிளைகளை எண்ணிக் கூறச் சர்வகலாசாலையின் உறுப்பினர் எல்லோருக்கும் இயலாது. ஒவ்வொரு ஆண்டும் புதிய கிளைகள் தோன்றிக் கொண்டேயிருக்கின்றன.

ஆனுல் ரசாயனப் பகுப்பாய்வு என்ற ஒன்று இல்லாவிடில் இந்தக் "கைகள்" உயிரின்றித் தொங்கி விடும்.

பூமியில் உள்ள மிகப் பலத் தனிமங்களைக் கண்டு பிடிக்க அது இரசாயன நிபுணர்களுக்கு உதவியிருக்கின்றது. சாதாரண உப்பிலிருந்து ப்ரோட்டீன்கள்வரை சாதாரணமானதும், சிக்கலானதுமான இரஸாயன சேர்மங்களின் பகுதிப் பொருள்களை நிச்சயமாக அறிய உதவியுள்ளது.

பாறைகள், தாதுக்கள், இவற்றின் பகுதிகளைக் கண்டறிந்திருக்கிறது. மேலும், பூமியினுள்ளே பத்திரமாக வைக்கப்பட்டுள்ள தனிமங்களின் அளவைக் கூறப் பூவியல் விஞ்ஞானிகளுக்கு உதவியிருக்கின்றது.

பகுப்பாய்விஞல் தான் இரசாயனமானது தவறில்லாத விஞ்ஞானமாகியுள்ளது. மனிதனுடைய

செயல்களில் பல்வேறு துறைகளில் பகுப்பாய்வே முதல் உதவியாளஞக உள்ளது. இதனை நாம் எழுத்திலடங்காத பல உதாரணங்களினுல் காண லாம்.

எடுத்துக் காட்டாக, ஒரு ஊது உலையில், இரும்பு அதன் தாதுவிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப் படுவதாக வைத்துக் கொள்வோம். அதன் தன்மைகள், கிடைக்கும் உலோகத்தில் இருக்கும் கார்பனின் அளவைப் பெருமளவு சார்ந்துள்ளது. 1.7%க்கு மேல் கார்பன் இருந்தால் நமக்கு வார்ப்பு இரும்பு [cast iron] கிடைக்கிறது. 1.7%லிருந்து 0.2% வரை இருந்தால் பலதரப்பட்ட எஃகும், 0.2%க்கும் குறைவாக இருப்பின் தேன் இரும் பும் [wrought iron] கிடைக்கின்றன.

இரும்பு, எஃகு, பித்தளை, வெண்கலம் இவற்றி னிடை உள்ள வேறுபாடு என்ன? மயில் துத்தத் தில் [blue vitriol] எவ்வளவு தாமிரம் உள்ளது, கார்னலைட் என்ற தாதுவில் பொட்டாஷியம் நிறைய இருக்கிறதா? இரஸாயனப் பகுப்பாய்வு தான் இவற்றிற்கும், இவை போன்ற கேள்விகளுக் கும் விடையளிக்கின்றன. பகுப்பாய்வு செய்யப் படும் பொருளில் என்னென்ன தனிமங்கள் இருக்கின்றன என்ன விகிதத்தில் உள்ளன? முன் னது குணத்தின் அடிப்படையில் செய்யப்படும் [qualitative] பகுப்பாய்வு; பின்னது பரிமாண சம் பந்தப்பட்ட [quantative] பகுப்பாய்வு.

எத்துணை வகையான பகுப்பாய்வுகள் உள் ளன என்று யாருமே—ஒரு அனுபவமிக்க நிபுணர் கூட—உடனே கூற முடியாது.

நல்ல வெடி மருந்து செய்தல்

துப்பாக்கி மருந்துப் பொடியை யார் கண்டு பிடித்தார்கள்? பெர்தால்டு ஷ்வார்ஸ் என்ற ஜெர்மன் பாதிரி என்று கூறப்படுகிறது.

வெடி மருந்து செய்வதில் சிரமம் எதுவும் இல்லே. குறிப்பிட்ட விகிதங்களில் கந்தகம், சால்ட்பீட்டர் [saltpetre], நன்கு பொடி செய்யப்பட்ட கரித்தூள் ஆகியவற்றைக் கலக்க வேண்டியது தான். ஆனுல் அதன் பகுதிப் பொருள்கள் உயர்ந்த ரகமானவையாக இருக்க வேண்டும்.

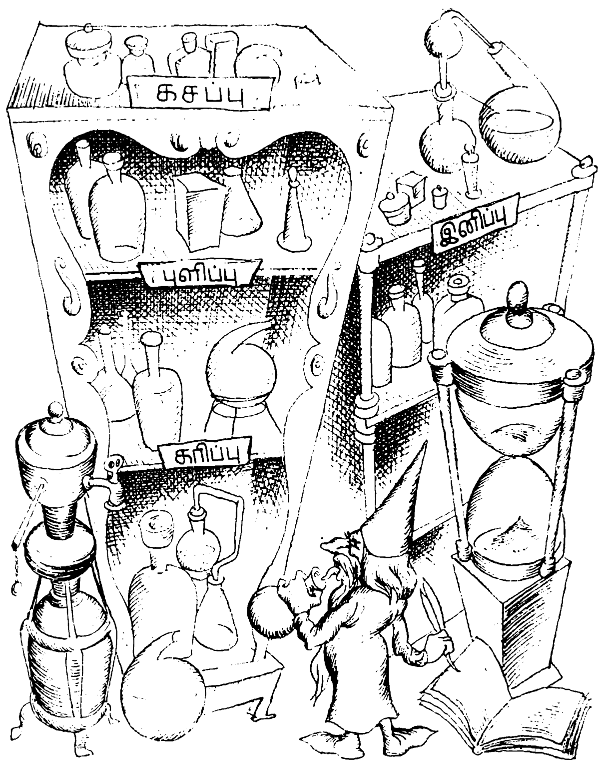
அவற்றின் தரத்தை எவ்வாறு காண்பது?

முன் நாட்களில் வெடி மருந்து தயாரிப்போர் சால்ட்பீட்டரை உருசியினுல் சோதித்துப் பார்த்தனர்.

பழைய ஏடுகளில் சால்ட்பீட்டரை உருசியினுல் பிரித்தறிய ஒரு விநோதமான முறை காணப்படுகின்றது: ''கரிப்புத் தன்மையுடன், கசப்பான சால்ட்பீட்டர் தரமானதல்ல. நாவைக் கடிப்பது போன்ற சுவையும், சிறிது இனிப்பும் கூடியிருப்பின், அது நல்ல சால்ட்பீட்டராம்.''

நல்ல வெடி மருந்து தயாரிப்பாளனே, அவன் ''பெருமளவு உப்புத் தின்றிருக்கிருன்'' என்று கூற முடியுமல்லவா?

கந்தகத்தைச் சோதித்தறியும் முறை இன்னும் கூட விநோதமானது. கைப் பிடிக்குள் ஒரு துண்டு கந்தகத்தை எடுத்துக் கொண்டு காதினருகில் கொண்டு சென்ருல், வாத்தின் சத்தம் போன்ற ஒலி இலேசாகக் கேட்டால் அது நல்ல



கந்தகமாகக் கொள்ளப்பட்டது. இல்லாவிடில் அது அசுத்தமானதெனத் தள்ளப்பட்டது.

சுத்தமான கந்தகம் ஏன் அவ்வாறு சத்தமிருக்கிறது? அதற்கு உஷ்ணம் கடத்தும் தன்மை மிகக் குறைவு. உள்ளங்கையின் பிடி அதைச் சற்று சூடாக்குகிறது. அதன் வெவ்வேறு பாகங்கள் வெவ்வேறு உஷ்ணநிலைகளை அடைகின்றன.

ந்தகத்தில் உருவத்தை மாற்ற முயலும் விசை கள் ஏற்படுகின்றன. அது நொறுங்கும் தன்மை யுடையாதாக இருப்பதால், சிறு துண்டுகளாக உடைகிறது. அப்போது அந்த இலேசான சத் தம் உண்டாகிறது. அசுத்தமான கந்தகத்தின் உஷ்ணம் கடத்தும் தன்மை இதை விட மிக அதிகமாதலால் அது வலுவுள்ளதாகும். இது தான் சாதிலுல் இரசாயனப் பகுப்பாய்வு செய்தலின் விஞ்ஞான அடிப்படை எனலாம்.

கதையைச் சுருங்கக் கூறின் முன்காலத்திய வேதியறிஞர்களின் முக்கியமான பகுப்பாய்வுக் கருவிகள் அவர்களுடைய உணர்ச்சிக் கருவிகளே. இந்த உண்மை சாதாரணமானதும், வேறு சில சிக்கலானதுமான பொருள்களின் பெயர்களில் கூட பிரதிபலிக்கின்றது. உதாரணமாக, பெரில்லியத் தின் உப்புகள் சற்று இனிப்புச் சுவை கொண்டவை யாதலால் பெரில்லியம் முன்பு க்ளூஸினியமாக [glucinum] இருந்து, க்ளிஸரின் [glycerine] என்னும் பெயரும் ''இனிப்பு'' என்பதன் லத்தீன் வார்த்தை யிலிருந்து தான் வருகிறது. இயற்கையில் கிடைக் கும் சோடியம் சல்பேட், மிராபிலைட் [mirabilite] எனப்படுகிறது. இதற்குக் ''கசப்பான'' என்று பொருள்.

ஜெர்மானியம் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட விதம்

1886 மார்ச் மாதத்தின் ஆரம்பத்தில் டி. மெண்டலீஃபிற்கு ஒரு கடிதம் வந்தது. அதில் பின் வருமாறு கண்டிருந்தது:

''அன்புள்ள ஐயா,

இத்துடன் நான் தங்களுக்கு அனுப்பியுள்ளது ஒரு அறிக்கையின் அச்சுப்பிரதி. அதிலிருந்து நான் 'ஜெர்மானியம்' எனப் பெயர் கொண்ட ஒரு புதிய தனிமத்தைக் கண்டு பிடித்துள்ளேன், என்பது தெளிவாகும். முதலில் இத்தனிமம் தங்களது விசேஷமானதும், ஆழ்ந்த அறிவுடன் தொகுக்கப்பட்டதுமான படியமைப்பில் ஆண்டிமனிக்கும் பிஸ்மத்திற்கும் நடுவில் உள்ள இடைவெளியை நிரப்புமென்றும், உங்களுடைய ஏகா-ஆண்டிமனியுடன் ஒருங்கமையுமென்றும் எண்ணினேன். ஆனால் ஏகா-சிலிகள் பற்றி நாம் எண்ண வேண்டுமென உண்மைகள் சுட்டிக்காட்டுகின்றன.

கவனத்தைக் கவரும் இந்தப் பொருளைப் பற்றி இன்னும் விவரமான குறிப்புகளை உங்களுக்கு விரைவில் அளிக்க எண்ணுகிறேன். இன்று உங்களது மிகச் சிறந்த ஆராய்ச்சிக்குப் புதிய வெற்றி தரக்கூடிய விஷயத்தை அறிவிப்பதுடன் திரும்தி அடைகிறேன். உங்களிடத்தில் எனக்குள்ள ஆழ்ந்த மதிப்பைத் தெரிவிக்க இந்த சந்தர்ப்பத்தைப் பயன்படுத்துகிறேன்.

தங்கள் உண்மையுள்ள,
க்ளெமென்ஸ் விங்க்ளர்

ஃப்ரைபெர்க்,சாக்ஸனி,
பிப்ரவரி 26, 1886.''

ஹென்றி காவெண்டிஷ் ஜெர்மானியம் கண்டு பிடிப்பதற்கு நூறு வருடங்களுக்கு முன்னர். ''அளவு, எண்ணிக்கை, எடைகள் இவைகளால்

தான் எல்லாமே தீர்மானிக்கப்படுகிறது,'' என்று மீண்டும், மீண்டும் பல முறை கூறியிருக்கிறார். அது தவறல்ல என்றே தோன்றுகிறது. சாக்ஸனியில் கண்டெடுக்கப்பட்ட ஆர்ஜிரோடைட் [argyrodite] என்ற சற்று அபூர்வமான தாதுவைப் பகுத்து ஆய்ந்ததில் க்ளெமென்ஸ் விங்க்ளர் முக்கியமாக வெள்ளி, சிறிதளவு இரும்புடன் கந்தகம், துத்தநாகம், பாதரஸம் ஆகியவை அதில் இருக்கக் கண்டார். ஆனால் ஆர்ஜிரோடைட்டில் இருப்பதாகக் கண்ட எல்லாத தனிமங்களின் சத வீதங்களைக் கூட்டினால் 93 தான் கிடைத்தது, 100 ஆகவேயில்லை. இது அவரை மிக்க வியப்புறச் செய்தது.

ஏமாற்றுகிற அந்த 7 சதவீதம் என்னவாக இருக்க முடியும்? அந்தக் காலத்தில் அறியப்பட்டிருந்த எல்லாத் தனிமங்களின் ஆய்வு முறைகளும் செவ்வனே செய்யப்பட்டன. அந்த வேதியியலறிஞர்களின் கண்களுக்கு எதுவும் தப்பியிருக்க முடியாது. பிறகு தான் விங்க்ளர் அப்போது அறியப்பட்ட செய்முறைகளுக்கு இந்த 7% தப்பி விட்டபடியால், அது ஒரு புதிய தனிமத்தினுடையதாகத் தானிருக்க வேண்டுமென்று அனுமானிக்கத் துணிந்தார். அவரது அனுமானம் முழுமையாக ஊர்ஜிதப்படுத்தப்பட்டது. பகுப்பாய்வுச் செய்முறையைச் சிறிது மாற்றி விங்க்ளர் அந்தப் பிடிபடாத 7%யைத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்தார். அவை அப்போது அறியப்படாத ஒரு புதிய தனிமத்தினுடையது என்று நிரூபித்தார். தனது சொந்த நாட்டிற்கு மரியாதை செலு

தும் விதமாக 'ஜெர்மானியம்' என அதற்குப் பெயரிட்டார்.

பரிமானப் [gravimetric] பகுப்பாய்வானது, இன்னும் ஒரு புதிய தனிமத்தைக் கண்டு பிடிப்பதில் முக்கிய பங்பாற்றிற்று. அதுவே மெண்டலீஃபின் படியமைப்பு அட்டவணையில் பூஜ்யத் தொகுதிகளின் அங்கமாகிய ஆர்கான் ஆகும்.

சென்ற நூற்ருண்டின் கடைசிப் பத்தாண்டு களின் முற்பகுதியில் ராலே என்ற ஆங்கிலேய பௌதிக அறிஞர், வாயுக்களின் அடர்த்தியையும், அவற்றிலிருந்து அவற்றின் அணு எடைகளையும் கண்டறிய முற்பட்டார். நைட்ரஜன் வரை எல்லாம் நன்ருகவே நடந்தது. இப்போது நூதனமானவை நிகழத் தொடங்கின. காற்றிலிருந்து பிரிக்கப்பட்ட ஒரு லிட்டர் நைட்ரஜன், இரசாயனச் சேர்மங்களிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்ட அதே அளவு நைட்ரஜனை விட 0.0016 கிராம் அதிக எடையுள்ளதாக இருந்தது. அச்சேர்மங்களுக்குக் கடைசி விளைவைப் பாதிக்கும் தன்மை கிடையாது. அம்மோனியம் நைட்ரேட், நைட்ரஸ் அல்லது நைட்ரிக் ஆக்ஸைடுகள், யூரியா, அம்மோனியா அல்லது மற்ற சேர்மங்களிலிருந்து கிடைத்த ஒரு லிட்டர் நைட்ரஜன் காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனை விட ஒவ்வொரு முறையும் இலேசானதாக இருந்தது.

இந்த விநோத வேற்றுமையின் காரணத்தைக் கண்டறிய முடியாமல் ராலே "Nature" (''இயற்கை'') என்ற லண்டன் பத்திரிகையில் தன் ஆராய்ச்சியின் விளைவுகளை விவரித்து ஒரு பகுதி வெளியிட்டார். சீக்கிரமே ராம்ஸே என்ற

வேதியியலறிஞர் பதிலளிக்க ஆராய்ச்சியாளர் இருவரும் இந்தப் பதிரை விடுவிக்கும் வேலையில் இணைந்து முயன்றனர். 1894 ஆகஸ்டு மாதத்தில் அவர்கள் ஒரு புதிய தனிமத்தின் கண்டு பிடிப்பை அறிவித்தனர். அதுவே ராலேயின் முதல் கேள்விகளுக்குக் காரணமாயிற்று. அது காற்றில் ஒரு சதவீதம் இருப்பதாக அறியப்பட்டது.

இவ்வாறு சாதாரண பரிமானப் பகுப்பாய்வு முறை புதிய தனிமங்களைக் கண்டு பிடிக்க உதவிற்று. அது இல்லாமல் இன்றும் ஒரு இரசாயன ஆய்வுக் கூடமும் இருக்க முடியாது. காலம் செல்லச் செல்ல சிக்கலான சேர்மங்கள் தாதுக்கள் இவற்றிலுள்ள தனிமங்களின் விகிதாச்சாரங்களைத் தீர்மானிப்பதில் சாதாரணமாக நிறுப்பதே உதவுகிறது. ஆனால் அதற்கு முன்னர் தனிமங்களைத் தனித்தனியே பிரித்தெடுக்கும் சிரம சாத்தியமான வேலைகள் செய்தாக வேண்டும்.

ஒளியும் வண்ணமும்

முக்கியமான சோவியத் விடுமுறை நாட்களிலெல்லாம் மாஸ்கோ ரேடியோ அறிவிப்பாளர் பின் வருமாறு கூறுவதை நீங்கள் கேட்கலாம்: ''பாதுகாப்பு மந்திரியின் ஆணை... நமது தேசத்தின் தலைநகரான மாஸ்கோவிலும், யூனியன் குடியரசுத் தலைநகரங்களிலும் வந்தனம் செலுத்தும் குண்டு [salute] போடப்பட வேண்டும் என்று நான் ஆணை இடுகிறேன்...''

வந்தனம் செலுத்தும் போது, குண்டுகளின்

இடி போன்ற ஓசையுடன் வானமானது மஞ்சள், பச்சை, சிகப்பு நிற ஒளி பளிச்சிட, ஒளிமயமாகத் தோன்றுகிறது.

விடுமுறைத் தினங்களைக் குண்டுகள் வாண வேடிக்கைகளால் கொண்டாடும் வழக்கம் மிகத் தொன்மையானது. சீனாவில் வாணவேடிக்கைக் கலை, கி. மு. 2000 போன்ற அவ்வளவு முந்தின காலத்திலேயே அறியப்பட்டிருந்தது. ஆனால் அதனுடன் ஒப்பிடும் பொழுது, சுவாலையின் வண்ணத்தை இரசாயனம் பகுப்பாய்வில் பயன்படுத்த சமீபத்தில் தான் விஞ்ஞானிகளுக்குத் தோன்றியது. நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் ஜெர்மன் விஞ்ஞானி கிர்ஹாவ் நிறமற்ற வாயு அடுப்பின் ஒளிக் கொழுந்தைப் பல்வேறு தனிமங்களின் உப்புகள் வெவ்வேறு நிறமாக்கியதைக் கவனித்தார். சோடியம் உப்புகள் அதனை மஞ்சளாகவும், கால்சியம் உப்புகள் சிவப்பாகவும், பேரியம் உப்புகள் பச்சையாகவும் என்று இவ்வாறு மாறின.

சேர்மங்களிலுள்ள தனிமங்களைக் கண்டுபிடிக்க வேகமானதும், நம்பகமானதுமான ஒரு முறையாக இது அமைந்தது என கிர்ஹாவ் சீக்கிரமே உணர்ந்தார். எனினும் அவரது முன்னதாகவே அடைந்த மகிழ்ச்சி சுத்தமான சேர்மங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டவரை எல்லாம் சரியாக இருந்தது. அதனால், உதாரணமாகச் சோடியம், பொட்டாஷியம் இரண்டின் உப்புகளும் கலந்திருந்த போது, பொட்டாஷியத்தின் ஊதா நிறமானது பிரகாசமான மஞ்சள் சுவாலையின் பின்னணியில் (சோடியம் இருப்பதால்) நன்கு தெரியாமல் போய்விட்டது.

புன்ஸன் என்ற பௌதிக அறிஞர், வேதியறிஞர் கிர்ஹாவின் உதவிக்கு வந்தார். ஸ்பெக்ட்ரோஸ்கோப் என்ற பிரத்யேகமான கருவியின் மூலமாக உப்புக்களின் கலவையின் சுவாலையைச் சோதித்துப் பார்க்கும்படி ஆலோசனை கூறினார். இந்தக் கருவியின் பிரதம பாகம் ஒரு முப்பட்டைக்கு கண்ணாடி [prism] ஆகும். அது தன்னுள் செலுத்தப்பட்ட வெள்ளை ஒளியை அதன் பகுதிகளாக, அதாவது நிறமாலை [spectrum] பிரிக்கிறது. ''ஸ்பெக்ட்ரோஸ்கோப்'' என்றால் ''நிறமாலையைக் காணுதல்'' என்று பொருள்.

இந்த யோசனை பெரிய வெற்றியை ஈந்தது. மற்ற ஒளி மூலகங்களைப் போல் அன்றி ஆராயப்பட்ட சேர்மம் நுழைக்கப்பட்ட வாயு அடுப்பின் சுவாலையானது தொடர்பான நிறமாலைக்குப் பதிலாக, நீண்ட கோடு போன்ற நிறமாலையை அளித்தது. மேலும் அதன் கோடுகள் நிச்சயமாக ஒரே இடத்தில் எப்போதும் இருந்தன. சுவாலையுள் காட்டப்பட்ட சோடியம் உப்பு நிற மாலையில் இரண்டு மிகப் பிரகாசமான மஞ்சல் கோடுகளை உண்டாக்கியது. பொட்டாஷியம் உப்புகள் ஒரு சிவப்பும், இரு ஊதா கோடுகளையும் உண்டாக்கின.

கிர்ஹாவும் புன்ஸனும் ஒரு குறிப்பிட்ட தனிமத்தின் கோடுகள் எப்போதும் நிறமாலையில் சரியாக, அதே இடங்களிலேயே தோன்றின என்று கண்டனர். சோடியமானது, அதன் க்ளோரைடாகவோ அல்லது நைட்ரேட்டாகவோ சுவாலையில் காட்டப்பட்டாலும், அதன் கோடுகள் குறிப்பிட்ட அதே இடத்தில் தானிருந்தன. சோடி

யம் உப்புக்கள், பொட்டாஷியம், தாமிரம், இரும்பு, ஸ்ட்ரான்ஸியம் அல்லது பேரியம் ஆகிய மற்ற உலோகங்களின் உப்புக்களுடன் கலக்கப் பட்டாலும், அது சோடியம் கோடுகளின் இடத்தைப் பாதிக்கவில்லை.

தங்கள் கண்டு பிடிப்பினுல் உந்தப்பட்ட கிர்ஹாவும், புன்ஸனும் அயராது உழைத்தனர். அவர்கள் பல்வேறு தனிமங்களையும் சேர்மங்களை யும் ''சுவாலையில்'' பரிட்சித்தனர். சில காலம் கழித்து அவர்கள் நிறமாலையில் உள்ள கோடு களின் தன்மைகளைக் கொண்ட தனிமங்களின் அட்டவணை (பட்டியல்) ஒன்று தயாரித்தனர். இப் போது விஞ்ஞானிகள் தவறின்றிப் பல சிக்கலான சேர்மக்கலவைகளைப் பகுத்து ஆயலாம்.

இவ்வாறு தான் ஸ்பெக்ட்ரோஸ்கோபிக் அல்லது நிறமாலைப் பகுப்பாய்வு சிறை பிறந்தது. அது கலவைகளிலுள்ள பல்வேறு தனிமங்களை அறிமுறையில் தீர்மானிக்க ஒரு சிறந்த முறை யாக மட்டுமல்ல, ருபீடியம், சீஸியம், இன்டி யம், கால்லியம், ஆகிய புதிய தனிமங்களைக் கண்டு பிடிக்கவும் உதவிற்று. மேலும், கோடு களின் பிரகாசத்தின் அளவானது [intensity] கல வையில் அந்தத் தனிமத்தின் அளவைச் சார்ந் தது என்று கண்டறியப்பட்ட போது நிறமாலைப் பகுப்பாய்வு அளவறிமுறைகளிடையே ஒரு மதிப் பிற்குரிய இடத்தை எடுத்துக் கொண்டது.

பரிதி பற்றி... பகுப்பாய்வு

1868ஆம் வருடத்திய சூரிய கிரகணத்திற்கு வழக்கம் போல் ஆராய்ச்சியாளர்கள் முன்ன

னாகவே நிறைய கருவிகளைத் தயாரித்தனர். இம்முறை இப்பட்டியலில் ஸ்பெக்ட்ரோஸ்கோப்பும் சேர்க்கப்பட்டது. இக் கருவி அப்போது தான் அண்மையில் பல புதிய தனிமங்களைக் கண்டு பிடிக்க உதவியது.

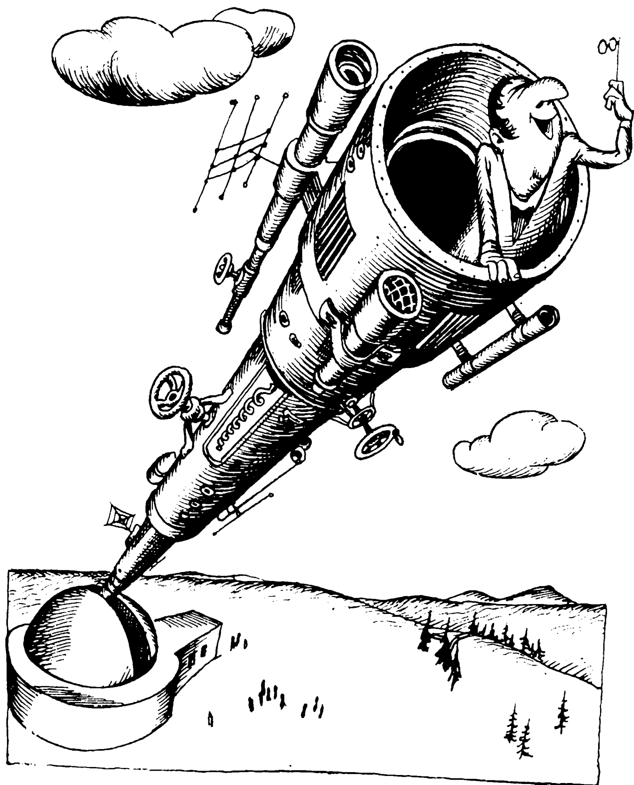
கிரகணம் முடிந்தது. எல்லாம் பழைய நிலைமைக்குத் திரும்பின... நிலமர்ந்தது. ஆனல் 1868 ஜூலை 25ஆம் தேதி ஃபிரெஞ்சுக்காரர் ஜேன்ஸன் என்பவரிடமிருந்து இந்தியக் கரைகளிலிருந்து ஒன்றும், ஆங்கிலேயர் லாக்கியரிடமிருந்து ஒன்றுமாக இரண்டு கடிதங்கள் எழுதினர். அக்கடிதங்களிலிருமிருந்த விஷயம் வார்த்தைக்கு வார்த்தை ஒன்ருகவே இருந்தது. ஒவ்வொருவரும் தன் நிறமாலைப் பகுப்பாய்வினுல் பூமியிலறியப்படாத ஒரு தனிமத்தைச் சூரியனில் கண்டுள்ளதாகக் கழகத்திற்கு அறிவித்திருந்தனர். அது நிறமாலையில் சோடியத்தினுடையது போன்ற மஞ்சள் கோட்டை உண்டாக்கிறது. ஆனல் இந்தக் கோட்டுக்குச் சோடியத்துடன் எந்தத் தொடர்புமில்லை.

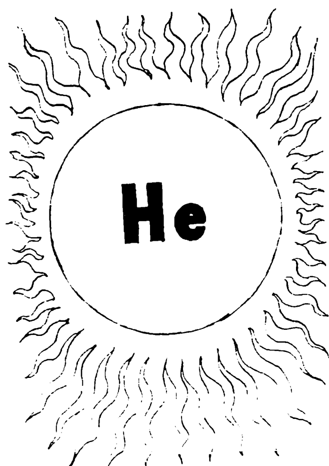
மதிப்பிற்குறிய கழக விஞ்ஞானிகள் மிகவும் அதிசயித்தனர். ஜேன்ஸனும் லாக்கியரும் சூரியனை ஆராய்வதில் வெற்றியடைந்தது மட்டுமல்ல, ஒரு புதிய தனிமத்தையும் கண்டு பிடித்துள்ளதாகவும் கூறினர்!

பூமியில், சூரியனில் காணப்பட்ட அத்தனிமம் — ஹீலியம் — 27 ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் 1895ல் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது.

தூரத்திலுள்ள விண்வெளிக் கோள்களின் மர்மங்களை ஆராய்வதற்கு ஒரு வழியைக் கண்டு பிடித்த இந்த விசேட நிகழ்ச்சியின் அடையாள

மாக ஃபிரெஞ்சுக் கழகம் ஒரு விசேடமான பதக்கத்தை அச்சடிக்கத் தீர்மானித்தது. அம்முறை நிச்சயமாகப் பதக்கம் பெறும் சிறப்பு உள்ளது தான். வேறு எந்த முறையிலும் பகுப்பாய்வு செய்வதற்கு ஒரு மிகச் சிறிதளவேனும் அப்பொருள் கிடைத்தாக வேண்டும். நிறமாலைப் பகுப்பாய்வு தூரத்திற்குச் சவால் விடுகிறது.





''சூரியத் தனிமம்'' கண்டு பிடிக்கப்பட்ட பிறகு விஞ்ஞானிகள் பல முறை தங்கள் நிற மாலை வரைபடக் கருவிகளினுல் சூரியனை ஆராய்ந் துள்ளனர். அது தன்னைப் பற்றிய எல்லா விஷயங் களையும் அவர்களுக்குத் தெரிவித்து விட்டது.

சூரியனுக்குப் பிறகு அருகிலும், தொலைவி லும் உள்ள மற்ற நட்சத்திரங்களின் முறை வந் தது. நட்சத்திரச் சூழலின் பிரகாசமானது பூமி யிலுள்ள ஸ்பெக்ட்ரோஸ்கோப்புகளை எட்டியது. தங்களது ஆய்வுக் கூடங்களின் சந்தடியற்ற அமைதியான சூழலில் விஞ்ஞானிகள் எல்லாவித மான நிறமாலைக் கோடுகளின் சிக்கலான கிராத் திகம் போன்ற அமைப்புகளையும் ஆராய்ந்தனர். வானின் கோள்களில் விஞ்ஞானிகள் முன்னரே பூமியிலறியப்பட்ட தனிமங்களைக் கண்டனர்.

80 ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் தான் சூரிய னின் ஹீலியத்தை விஞ்ஞான அதிசய வரிசை யில் டெக்னீஷியம் என்ற தனிமம் தொடர்ந்தது. இது மெண்டலீஃபின் அட்டவணையில் 43வது பெட்டியில் உள்ளது. பூமியின் தாதுக்களில் அருவமாக உள்ள டெக்னீஷியம் முதலில் சில நட்சத்திரங்களின் நிறமாலையில் காணப்பட்டது. நட்சத்திரங்களில் டெக்னீஷியம் அபூர்வமான தனிமம் தான். அவைகளில் அது அணுவினை களின் விளைவாகத் தொடர்ந்து உண்டாகிறது.

சூரியனிலோ அல்லது வேறு நட்சத்திரத் திலோ வேறு புதிய தனிமங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட வில்லை. ஒரு வேளை கண்டு பிடிக்கப்பட மாட்டா. இப்பிரபஞ்சம் ஒரே மாதிரி அமைந்துள்ளது. பூமி, சூரியன், கிரகங்கள், நட்சத்திரங்கள், வானில் உள்ள எல்லாக் கோள்களும் பொதுவாக அதே தனிமங்களைக் கொண்டனவாக இருக்கின்றன.

ஆனால் ஆச்சரியமான விஷயம் என்னவெ னில் வானில் உள்ள தனிமங்களின் ''சமநிலை'' யானது பூமியிலிருப்பதிலிருந்து மாறுபட்டு உள் ளது என்பதே. விண்வெளியில் ஆக்ஸிஜனும் சிலி கனும் அதிகப்படியாக இல்லை, ஹைடிரஜனும் ஹீலியமுமே அதிகமாக உள்ளன. பிரபஞ்சத்தில் படியமைப்புச் சட்டத்தின் முதல் இரு தனிமங்க ளின் அளவு ஏனைய எல்லாத் தனிமங்களும் சேர்ந்து உள்ளதை விடப் பன்மடங்கு அதிகம். நட்சத் திரங்கள் பற்றிய இரசாயனம் நமக்கு ஓர் ஆச் சரியமளிக்கும் முரண்பாடான உண்மையைத் தரு கிறது. ஒரு நட்சத்திரத் தொகுதி பெரும்பாலும் ஹைடிரஜனின் இராச்சியம்.

இயற்கையில் வண்ணங்கள் எண்ணிறந்தவை. வேதியியலறிஞர் மற்றவர்கள் போல் இதனை அறிவர். மேலும், வண்ணங்களின் விநோதமான வானவில் அவர்களை அவ்வப்போது திகைக்க வைத்து விடுகிறது.

"நியோடிமியம் நைட்ரேட் கரைசலின் நிறம் என்ன?"

"இளஞ்சிவப்பு [pink]," என்று வேதியியலறிஞன் பதிலளிக்கிறான்.

"இணைதிறன் மூன்று கொண்ட இரும்பு உப்பின் கரைசலுடன் பொட்டாஷியம் தயோசயனேட் சேர்க்கப்பட்டால் அது என்ன நிறமாக மாறும்?"

"சிவப்பு."

"ஃபினால்ப்தலீனுடன் [phenolphthalein] காரக்கரைசலைச் சேர்த்தால் என்ன நிறமாகும்?"

"ஆழ்ந்த சிவப்பு [crimson]".

இவ்வாறு முடிவின்றித் தொடரலாம். மிகப் பல இரசாயன வினைகளில் குறிப்பிட்ட உண்ண மாறுதல் நிகழ்கிறது. ஒரு வேளை சிவப்பு நிறத்தின் வெவ்வேறு வகைகளைக் கொண்ட இன்னும் ஒரு டஜன் சேர்மங்களைக் குறிப்பிட வேண்டுமென்றால் நாம் மிகவும் குழப்பம் அடைவோம். ஓவியர்களும், துணிகளுக்குச் சாயமேற்றும் தொழிலாளர்களும் சிவப்பிலேயே இரண்டு டஜன் நிறங்களை வேறுபடுத்தி அறியக் கூடும் என்று கூறுவார்கள். இது தான் "நிறத்தை அறியும் கண்ணைப் பெறுதல்" என்பதாகும்.

வண்ணங்களைப் பிரித்தறியும் அத்தகைய உணர்வு வேதியியலறிஞர்களுக்கு பயன்படாது. ஒரே பொருளின் கரைசலானது அதில் கலந்திருக்கும் பொருளின் அளவிற்குத் தக்கவாறு எண்ணிறைந்த நிற பேதங்களைக் கொண்டதாயிருக்கலாம். அவை யாவற்றையும் எவ்வாறு நினைவில் கொள்ள முடியும்?

உலகில், கண்கள் கட்டியிருக்க விரல் நுனிகளினால் நிறங்களை வேறுபடுத்தி அறியக்கூடிய மனிதர்களும் இருப்பதாகத் தெரிகிறது. அத்தகையோருக்குத் தோலினால் பார்க்கும் சக்தி [cutaneous vision] அதிகம் இருப்பதாக மருத்துவர்கள் கூறுகிறார்கள். எழுத்தாளர் ஜொனதான் ஸ்விஃப்ட் கேலியாக ''லபுதான் விஞ்ஞானக் கழக''த்தில் கண்பார்வையற்றோர் தாங்கள் படித்தவற்றை நிச்சயப்படுத்தப் பல்வேறு நிறங்களைக் கலந்தனர் என்று எழுதினார்.

இன்று அந்த ஆங்கிலக் கேலி எழுத்தாளரின் கேலியான கூற்று பொருத்தமானதல்ல. இப்போது வேதியியலறிஞர்கள் ஒரு கரைசலின் நிறத்தை, அதைப் பாராமலேயே பெயரிட்டுக் கூற முடியும். நிறமாலைப் புகைப்படவி [spectrophotometer] என்னும் கருவியின் பெயரிலிருந்து வந்தது. இதனால் இரசாயனச் சேர்மம் அல்லது கரைசலின் நிறத்தைப் பகுத்தாராய இயலும்.

ஐசக் நியூடன் ஒரு முப்பட்டைக் கண்ணாடியின் வழியாகக் குறுகிய சூரிய ஒளிக் கற்றையைச் செலுத்தி, வெள்ளை ஒளி உட்பிரிவுகளைக் கொண்டது என்றறிந்தார். நாம் யாவரும் ஒரு வானவில்லைப் பார்த்திருக்கலாம். வான

வில்லின் நிறங்களே வெள்ளை ஒளியின் பகுதிகள். சூரிய ஒளிக் கற்றையை முப்பட்டைக் கண்ணாடியின் வழியாகச் செலுத்தியபோது, நியூட்டன் இத்தகைய வானவில்லைத் தான் கண்டார். இதுவே நிறமாலை எனப்படுகிறது.

ஆனால் ஒளி என்பது என்ன? அது மின் காந்த அதிர்வுகள் அல்லது அலைகளே. ஒவ்வொரு அலைக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட நீளம் உண்டு (சாதாரணமாக அது 'லாம்டா' என்ற கிரேக்க எழுத்தினால் குறிப்பிடப்படுகிறது). இந்த அலை நீளம் தான் எந்த நிறத்தையும் கணக்காகக் குறிப்பிடுகிறது. உதாரணமாக, வேதியியலறிஞர்கள், "620 மில்லிமைக்ரான்கள் அலை நீளமுடைய சிவப்பு நிறம்" அல்லது "637 மில்லிமைக்ரான்கள் அலை நீளம் கொண்ட சிவப்பு வண்ணம்" என்று கூறுவர் (மில்லிமைக்ரான் என்பது ஒரு மைக்ரானின் ஆயிரத்தில் ஒரு பாகம், அல்லது ஒரு மில்லிமீட்டரின் மில்லயனில் ஒரு பாகம்). இதனால் "சிவப்பு", "ஆழ்ந்த சிவப்பு", "கருஞ்சிவப்பு", இரத்தச் சிவப்பு" போன்ற வேறு வேறு பெயர்களைக் கொடுக்க வேண்டிய அவசியம் தவிர்க்கப்படுகிறது. அலை நீளத்தை மட்டும் குறிப்பிட்டால், உலகின் எல்லா விஞ்ஞானிகளும் எந்த நிறம், அதன் எந்த வகை என்று நிச்சயமாக அறிந்து கொள்ளுவர். இப்போது ஒவ்வொரு தனிமமும் "லாம்டா என்பது இத்துணை" என்பதாகிய சான்றிதழை அதன் "நிறம்" என்ற தலைப்பின் கீழ் பெற்றுள்ளது. எங்களை நம்பவும், இது மிக்க புகழ் பெற்ற பத்திரம்.

ஆனால் விஷயம் முழுவதும் முற்றுப் பெற

வில்லை. ஒரு சேர்மத்தின் நிறம், அது கிரகிக்கும் ஒளிக் கதிர்களின் அலை நீளங்களையும், கடத்தும் கதிர்களின் அலை நீளங்களையும் பொருத்தது. உதாரணமாக, நிக்கல் உப்பு ஒன்றின் கரைசல் பச்சை நிறமாக இருந்தால் அது பச்சை வண்ணத்தினது தவிர, மற்ற எல்லா அலை நீளங்கள் கொண்ட ஒளியை உட்கிரகித்து விடுகிறது. மஞ்சள் நிறமுள்ள பொட்டாஷியம் க்ரோமேட்டானது, மஞ்சள் கதிர்களுக்கு மட்டுமே ஊடுருவிச் செல்லக்கூடியதாக இருக்கிறது.

ஒரு துலி பாதரசம் செய்யும் வேலை

''மேதாவியான பொருள்களெல்லாம் எளியவை,'' என்பது மிகப் பழைய காலந்தொட்டு வரும் கூற்று.

இரசாயனப் பகுப்பாய்வுத் துறையில் கண்டுபிடிப்பிற்காக நோபல் பரிசு ஒரே ஒரு முறை தான் வழங்கப்பட்டது. அக்கண்டுபிடிப்பு 1922ல் யாரோஸ்லாவ் ஹெய்ரோவ்ஸ்கி என்ற புகழ் பெற்ற செக்கோஸ்லோவகிய விஞ்ஞானியால் செய்யப்பட்டது. அதிலிருந்து ப்ரேக் ஒரு விதத்தில் மெக்காவாகி விட்டது. ஹெய்ரோவ்ஸ்கியின் புதிய முறையான பொலாரோக்ராபி [polarography]யை கற்பதன் பொருட்டு அநேக யாத்ரிகர்கள் ப்ரேக்கு வந்தனர்.

இன்று ஒரு ஆண்டில் போலாரோக்ராபிக் பகுப்பாய்வு பற்றி உலகெங்கிலும் ஆயிரத்திற்கு மேற்பட்ட விவாத அறிக்கைகள் வெளியிடப்படுகின்றன. அம்முறையின் ஆரம்பப் பாடம் பின்

வருமாறு. எந்தப் பொருளின் கரைசலில் அதன் அடர்வைக் கண்டு பிடிக்க வேண்டுமோ, அக்கரை சலைக் கொண்ட கண்ணுடி முகவையினடியில் சிறிதளவு பாதரஸம் வைக்கப்படுகிறது. அப்பா தரஸப் படலம் ஒரு மின் முனை[electrode]யாகப் பயனுறுகிறது. ஒரு நுண் குழாய் அல்லது தந்துகி யிலிருந்து முகவையினுள் குறிப்பிட்ட கால இடை வெளிகளில் விழும் பாதரஸத் துளிகள் மற்ருெரு மின் முனையாகும்.

ஒரு மின்சார மூலம் மின் முனைகளுடன் இணைக்கப்படுகிறது. இதனுல் கரைசலில் மின் பகுப்பு நிகழ்கிறது. ஆனுல் பாதரசத் துளியின் மீது பொடன்ஷியல் [potential] போதிய அளவு அதிகமாக இருந்தால் தான் மின் பகுப்பு நிக ழும். பொடன்ஷியல் குறைவாக இருந்தால் மின் சுற்ற வழி [circuit] மூலம் மின்சாரம் பாயாது. அது கரைசலிலுள்ள அயனிகள் வெளியிடப்படும் வரை அதிகரிக்கப்படுகிறது.

கரைசலில் வெவ்வேறு தனிமங்களின் அய னிகள் இருந்தால் ஒவ்வொரு வகையும் அந்தக் குறிப்பிட்ட அயனிகளின் தனித்தன்மையான பொடன்ஷியலில் தான் வெளிப்படும்.

வேதியியலறிஞர்கள் பொடன்ஷியல் மதிப்பு களை X அச்சிலும், மின்சார அளவை Y அச் சிலுமாகக் குறித்து, வரைபடங்கள் வரைகின் றனர். அதன் விளைவாக மச்சுப்படி போன்ற வரைபடம் கிடைக்கிறது. ஒவ்வொரு படியும் ஒரு குறிப்பிட்ட வகை அயனிகள் வெளியிடப் படுவதைக் காட்டுகிறது.

இந்த மச்சுப்படி போன்ற படம் முன்ன

தாகவே தெரிந்த பொருள்களின் தெரிந்த அடர்வுகளைக் கொண்ட கரைசலைக் கொண்டு தயாரிக்கப்பட்ட மாதிரிப்படத்துடன் ஒப்பிடப்படுகிறது.

இவ்வாறு கரைசல் ஒரே சமயத்தில் பண்பறி முறையிலும், அளவறி முறையிலும் பகுத்தாயப்படுகிறது. பிரத்யேகமான கருவிகளால் இந்தப் பகுப்பாய்வைத் தானியங்கி முறையில் செய்ய முடியும்.

பொலாரோக்ராஃபிக் முறை பற்றி உங்களுக்கு முதலில் தோன்றும் பட்டப் பெயர் மிகவும் அழகியது. ஆனால் அழகு மட்டுமல்ல, பொலாரோக்ராஃபிக் மிகவும் எளிதும், சீக்கிரமானதும், சரியானதுமாகும். மேலும் இந்தத் தன்மைகளில் அது மற்றெல்லாப் பகுப்பாய்வு முறைகளையும் விஞ்சி விடுகிறது. உதாரணமாக, கிராமின் மிலியனில் ஒரு பாகம் துத்தநாகக் குளோரைடு கலந்துள்ள ஒரு கன சென்டிமீட்டர் கரைசலைக் கொண்டு துத்தநாகத்தினளவை இம்முறையில் கண்டு பிடிக்கலாம். இதற்குப் பத்து நிமிடங்களுக்குக் குறைந்த பட்சமே ஆகிறது.

ஹெய்ரோவ்ஸ்கியின் முதல் யோசனை இப்போது சீராக்கப்பட்டு பல புதிய மாறுதல்கள் கூறப்பட்டுள்ளன. அவற்றுள் ஒன்று மிக அதிக நுண்ணறிவு தன்மை கொண்ட உட்கிரகிப்பு பொலாரோக்ராஃபிக் பகுப்பாய்வு [absorbtion polarographic analysis]. அதை ஒரு கன சென்டிமீட்டரில் கிராமின் ஆயிரம் மில்லியனில் ஒரு பாகம் அளவு அடர்வுள்ள கரைசலில் அங்ககத் தனிமங்களைக் கண்டு பிடிக்க நன்கு பயன்படுத்தலாம்.

பொலாரோக்ராஃபி எங்கு தேவைப்படு

கிறது? ஏன் நடை முறையில் எங்கிலுமே: தானியங்கி உற்பத்திச் சீரமைப்பு, தாதுக்கள், உலோகக் கலவைகளைப் பிரித்தாயிதல், ஆகியவற்றில் தேவைப்படுகிறது. உயிர்ப்பிராணியில் வைட்டமின்கள், ஹார்மோன்கள், விஷங்கள் ஆகியவற்றின் உட்பகுதிப் பொருள்கள் பற்றிய அறிவைப் பொலாரோக்ராஃபி தருகிறது. மருத்துவர்கள் இதனைப் புற்றுநோய் இருப்பதை ஆரம்பத்திலேயே கண்டு பிடிக்கப் பயன்படுத்த எண்ணிக் கொண்டிருக்கிறார்கள்.

ஒரு இரசாயன முப்பட்டைக் கண்ணாடி

மிகயில் ட்ஸ்வெட் என்னும் பெயருடைய தாவரவியலறிஞரின் பெயர், அவருடைய தொழிலும், அவரது கண்டு பிடிப்புடன் தற்செயலாக இசைந்ததாக இருக்கிறது. ''ட்ஸ்வெட்'' என்பது நிறம் என்பதற்கு ருஷ்யச் சொல். இவர் இலைப்பச்சையில் ஈடுபாடு கொண்டிருந்தார். இது பச்சை இலைக்கு நிறம் அளிக்கும் பொருள் என நாம் முன்னரே அறிவோம்.

ஆனால் பேராசிரியர் ட்ஸ்வெட் பல இரசாயனச் செய்முறைகளையும் அறிந்திருந்தார். குறிப்பாகத் தங்கள் மேற்பரப்பில் பல வாயுக்களையும், திரவங்களையும் கிரகித்து வைத்துக் கொள்ளக் கூடிய சில பொருள்கள் [adsorbents] உள்ளன என்று அவர் அறிவார்.

அவர் ஒரு இலையைப் பச்சைப் பசையாக அரைத்து, அதனுடன் ஆல்கஹாலைச் சேர்த்தார். அந்தப் பச்சை தன் நிறத்தை இழந்தது. அதன்

வண்ணத்திற்குக் காரணமான பொருள் முழுவதும் ஆல்கஹாலினால் இழுக்கப்பட்டு விட்டது.

பிறகு அவர் ஒரு கண்ணாடிக் குழாயில் இலேசாகப் பென்ஸீனால் ஈரமாக்கப்பட்ட சீமைச் சுண்ணாம்பை நிரப்பினார். இந்தக் குழாயினுள் இலைப் பச்சை கரைந்த அந்தக் கரைசலை ஊற்றினார்.

சீமைச் சுண்ணாம்பின் மேல் அடுக்கு பச்சையாக மாறியது.

அவர் குழயிலுள்ள சீமைச் சுண்ணாம்பைச் சொட்டுச் சொட்டாகப் பென்ஸீன் ஊற்றிக் கழுவினார். அந்தப் பச்சை வளையம் சிறிது அசைந்து கொடுத்துப் பின்னர் கீழ் நோக்கி நகர ஆரம்பித்தது. அதன் பிறகு என்ன விநோதம்! அது வெவ்வேறு வண்ணங் கொண்ட பல பட்டைகளாகப் பிரிந்தது. ஒரு மஞ்சள் கலந்த பச்சை, நிலம் கலந்த பச்சை வேறு வேறு வகையான மூன்று மஞ்சள் பட்டைகளும் இருந்தன. அந்தத் தாவரவியலறிஞர் கண்டது மிக விநோதமான ஒரு காட்சி. இக்காட்சி வேதியியல் அறிஞர்களுக்கு அதி முக்கியமான கண்டு பிடிப்பாயிற்று.

இலைப்பச்சையானது, மூலக்கூறமைப்பிலும் குணங்களிலும் வேறுபட்ட, ஆனால் நெருங்கிய பல சேர்மங்களின் கலவை என்று அது காட்டியது. இலைப்பச்சை என்று இப்போது அழைக்கப் படுவது அவற்றுள் ஒன்று தான். அது மிக முக்கியமானது. இந்தச் சேர்மங்களெல்லாம் மிக எளிய ஒரு முறையினால் இப்போது பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன.

அவை யாவுமே சீமைச் சுண்ணாம்பினால் இழுக்கப்பட்டு விட்டன. ஆனால் அதன் தனிப்பட்ட

முறையில். ஒவ்வொரு சேர்மமும் சீமைச் சுண்ணாம்பின் மேல் பரப்பில் நிறுத்தப்படும் அளவு வேறு வேருக இருந்தது. பென்ஸீன் குழாயின் வழியாகச் செல்லும் பொழுது, அது ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசையில் எடுத்துச் செல்கிறது. முதலில் குறைந்த பலத்துடன் பிடித்துக்கொள்ளப்பட்டவை, பின்னர் அதைவிட அதிக பலத்துடன் பிடித்துக் கொள்ளப்பட்டவை, என்ற வரிசையில் அமைந்தது. இது தான் பிரிவு ஏற்பட்டதற்குக் காரணம்.

முப்பட்டைக் கண்ணுடி சூரிய ஒளியை நிற மாலை வண்ணங்களாகப் பிரிப்பது போல் இந்தச் சுண்ணும்புத் தூண் அதாவது ''இரசாயன முப்பட்டைக் கண்ணுடி'' சேர்மங்களின் சிக்கலான கலவையை அதன் பகுதிப் பொருள்களாகப் பிரிக்கிறது. ட்ஸ்வெட்டிஞல் 1903ல் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட இப்புதிய பகுப்பாய்வு முறை அவரால் 'க்ரோமாடோக்ராஃபி' [chromatography] என்றழைக்கப்பட்டது. இந்த வார்த்தை ''வண்ண எழுத்து'' என்பதன் கிரேக்கச் சொல்லிலிருந்து வருகிறது.

இந்த ''வண்ண எழுத்து'' முறை இன்று உலகெங்கிலும் ஆய்வுக் கூடங்களில் மிக முக்கியமான கருவிகளில் ஒன்ருக இருக்கிறது.

ஆஞல் பல விஞ்ஞானக் கண்டுபிடிப்புகளின் தன்மை புரியாததாய் இருக்கிறது. சில, சிற்சில சமயங்களில் பல்லாண்டுகளுக்கு மறக்கப்பட்டு விடுகின்றன. ஆஞல் பின்னர் விஞ்ஞானத் தொடுவானில் முதல் தர ஒளி கொண்ட நட்சத்திரங்கள் போல் பிரகாசிக்கின்றன. குரோ

மாடோக்ராஃபியும் இவ்வாறு நாற்பதாம் வருடங்களில் தான் நினைவில் இருந்தது. யாரும் இதற்காக விசனப்படவில்லை.

ப்ரோமெதியம் எவ்வாறு கண்டு பிடிக்கப்பட்டது

நிச்சயமாகக் கூறின், அணு எண் 61 கொண்ட இத்தனிமம் பல முறைகள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. ஒவ்வொரு முறையும் அதற்கு இல்லினியம், ஃப்ளாரென்ஷியம், சைக்ளோனியம் என்று வெவ்வேறு பெயர் சூட்டப்பட்டது. ஆனால் ஒவ்வொரு முறையும் அது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது பொய்யாகவே போயிற்று.

விஞ்ஞானிகள் 61வது தனிமம் என்பது பூமியிலேயே கிடையாது என்று நிரூபித்தனர். இயற்கை தன் புரியாத போக்கினால் படியமைப்புச் சட்டத்திற்கு அதன் ஒரு பிரதிநிதியை இல்லாமற் செய்துவிடவில்லை, ஆனால் 61வது தனிமத்தின் எல்லா ஐசோடோப்புகளும் கதிரியக்கத் தன்மை கொண்டவை, மிக்க நிலையற்றவையாதலால், நீண்ட காலமாகவே அவை அதன் அண்டைத் தனிமங்களின் ஐசோடோப்புகளாக மாற விட்டன.

கடைசியாக, அது 1945ல் ஒரு அணு உலை இயக்கப்பட்ட போது, செயற்கையாக உண்டாக்கப்பட்டது. உலையின் எரி பொருளான யுரேனியத்தின் கருக்களின் சிதைவு அதிக எண்ணிக்கையுள்ள துணுக்குகளை [fragments] உண்டாக்குகிறது. இவை இலேசான தனிமங்களின் கருக்களாகும். இவற்றுள் ப்ரோமெதியமும் ஒன்று. இது தான் இந்த அகப்படாத தனிமத்தின் பெயர்.

ப்ரோமெதியத்திற்கு ஓர் இடத்தைத் தேடி விட்டு அறிமுறை பௌதீக அறிஞர்கள் இந்த அறிக்கையில் கையொப்பமிட்டிருப்பர். ஆனல் வேதியியலறிஞர்கள் தங்கள் கையால் ப்ரோமெதியத்தைத் தொட்டுப் பார்த்து, ஒரு மிகச் சிறு புள்ளி அளவேனும், அப்புதிய உலோகத்தையோ, அதன் சேர்மங்களையோ காண வேண்டும். எனினும் யுரேனியச் சிதைவிலிருந்து வரும் துணுக்குகளின் கலவையிலிருந்து 61வது தனிமத்தின் 10ல் ஒரு பங்கு கிராம் அல்லது 100ல் ஒரு கிராமுக்கு மேல் பிரித்தெடுக்க முடிந்திராது.

அது என்ன அத்துணை குறைந்த அளவா? வேதியியலறிஞர்கள் பல முறை இதைவிடக் குறைந்த அளவு பொருளைக் கையாண்டு இருக்கின்றனர். வெற்றியும் கண்டுள்ளனர்.

இதில் வேறு வகையான சிரமும் இருந்தது. ப்ரோமெதியம் ஒரு அபூர்வ மண் தனிமம். இக்குடும்பத்தில் உள்ள ஒத்த இயல்புகள் பற்றி நாம் முன்னரே கண்டோம். அணுச் சிதைவுத் துணுக்குகளின் கலவையில் ப்ரோமெதியத்தின் மிக்க அண்மைத் தனிமங்களான நியோடிமியமும், சமாரியமும் ப்ரோமெதியத்தைப் பிரித்தெடுக்க வேண்டியிருந்தது.

ஆனல் அது எளிதான வேலை அல்ல. அபூர்வ மண் தனிமங்களின் ஆராய்ச்சிக்கே தம் வாழ்க்கை முழுவதையும் அர்ப்பணித்த வேதியியலறிஞர்கள் உண்மையான விஞ்ஞான விந்தையே புரிந்தனர். இந்தப் பதினைன்கு இரட்டையர்களையும் பிரித்து, அவைகளைத் தனித்தனியே பெறுவதென்பது சித்ரவதைக்கொப்பானதே (இதற்கு வேறு வார்த்தையே கிடையாது).

(ஃபிரெஞ்சு வேதியறிஞரான ஜி. உர்பெய்ன் சுத்தமான தூலியத்தை தயாரிக்கத் தீர்மானித்தார். இதற்கு அவருக்கு ஐந்து ஆண்டுகள் ஆயின; அவர் 15,000க்கு மேற்பட்ட சுவையற்ற நீண்ட வேதிச் செய்முறைகளை நிறைவேற்ற வேண்டியிருந்தது.)

சுத்தமான ப்ரோமெதியத்தைப் பிரிப்பது என்பது இதை விட எளிது தான். ஆனால் மிக எளிதல்ல. அது கதிரியக்கம் கொண்டது, வேகமாக அழிகிறது என்பது நினைவில் கொள்ளப்பட வேண்டும். எனவே அது தனியே பிரித்தெடுக்கப் படும் காலத்துக்குள் சிறிதும் மீதம் இல்லாமல் போயிருக்கலாம்.

ஆகவே லாந்தனைடுகளைப் பிரிக்க வருடங்கள் அல்லது மாதங்கள் அல்லது வாரங்கள் கூட நீடிக்காமல் சில மணி நேரத்துக்கு மேல் நீடிக்காத வேகமான முறைகள் தேவைப்பட்டன. வேதியியலில் அத்தகைய முறைகள் எதுவும் அறியப்படவில்லை.

அப்போது தான் க்ரோமாடோக்ராஃபியைப் பற்றிய நினைவு வந்தது.

...ட்ஸ்வெட்டினுடைய குழாய் (இப்போது க்ரோமாடோக்ராபிக் ஸ்தம்பம் என்ற உண்மையான பெயரால் குறிப்பிடப்படுகிறது) உறிஞ்சு சக்தி உள்ள பொருளால் நிரப்பப்படுகிறது (முன்போல் சீமைச் சுண்ணும்பு அல்ல, ஆனுல் அயனி மாற்ற ரெஸின்கள் [ion-exchange resins]. அபூர்வ மண் தனிமங்களின், உப்புக்களின் கரைசல் ரெஸின் பரப்பினுள் செலுத்தப்படுகிறது. லாந்தனைடுகள் ஒன்றையொன்று வெகுவாக ஒத்திருந்தாலும்,

அவை ஒரே மாதிரியானவை அல்ல. ஒவ்வொன்றும் ரெஸினுடன் ஒரு சிக்கலான சேர்மத்தை உண்டாக்குகிறது. இச்சேர்மங்கள் தங்கள் ஸ்திரத் தன்மையில், ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசையில் வேறுபடுகின்றன. இக்குடும்பத்தின் முதலில் உள்ள லாந்தனம் எல்லாவற்றிலும் திடமான சேர்மத்தை உண்டாக்குகிறது. கடைசியான லுடீஷியம் வலுவற்ற சேர்மத்தைத் தருகிறது.

இதன் பிறகு ரெஸின் ஒரு தனிப்பட்ட கரைசலால் கழுவப்படுகிறது. கரைசலின் துளிகள் ரெஸின் துகள்களைச் சூழ்ந்து கொண்டு அபூர்வ மண் தனிமங்களின் அயனிகளைக் கட்டுப்பாடான வரிசையில் கழுவி எடுத்துச்செல்லுகிறது.

மேலும், சுத்தமான அபூர்வ மண் தனிம உப்புக்கள் ஸ்தம்பத்திலிருந்து சொட்டுச் சொட்டாக வெளிவர ஆரம்பிக்கின்றன. லுடீஷியம் உப்புக்கள் முதலிலும், லாந்தனம் உப்புக்கள் கடைசியிலும் வருகின்றன.

இந்த முறையில் தான் அமெரிக்க விஞ்ஞானிகளான ஜே. மாரின்ஸ்கி, எல். க்ளேன்டெனின், சி. கோர்யெல் ஆகியோர் ப்ரோமெதியத்தை நியோடிமியம், ஸமாரியம் என்பவற்றிலிருந்து பிரித்தனர். இதற்கு அவர்களுக்குச் சில மணி நேரமே பிடித்தது.

காட்டுப் பழத்தின் நறுமணம்

...ஒரு பைன் மரக் காட்டில் வெட்ட வெளிப்பகுதி. ஜூலை மாதத்தில் ஒரு வெப்ப மிகுந்த நாள். எங்கு நோக்கினும் ஸ்ட்ராபெர்ரி

[strawberry] பழங்கள் தான். பழுத்துச் சுருங்கிய, நல்ல சிவப்புப் பழங்கள், வாயில் இட்டதும் கரையும் அத்துணை உருசி மிக்க பழங்கள்.

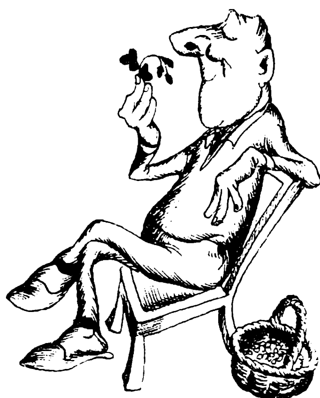
ஆனால் இப்பழங்கள் என்ன மணம் கொண்டவை? நீங்கள் இது பற்றிச் சிந்தித்திருக்க மாட்டீர்கள் என்பதை ஒப்புக் கொள்ள வேண்டும். நீங்கள் பைன் காட்டின் நறுமணத்தை, அதன் சூரிய ஒளிபடும் வெட்ட வெளியின் மணத்தை மட்டுமே நுகர்ந்தீர்கள்.

ஆனால் மணம் என்பது மிகுந்த சிக்கலான நிகழ்ச்சி ஒன்று. மணங்கள் பற்றி ஒரு முழு விஞ்ஞானமே உண்டு. சில பொருள்கள் மட்டும் அதிக நெடி கொண்டவையாகவும், மற்றவை மணமின்றி இருப்பதற்கும்; சில மணங்கள் மனதிற்கு இசைந்தவையாகவும், மற்றவை வெறுக்கத்தக்கவையாகவும் இருப்பதற்கான காரணத்திற்கு விஞ்ஞானிகள் இனிமேல் தான் ஒரு முகமான அபிப்பிராயம் தெரிவிக்க வேண்டும்.

ஒரு பொருளின் மணம் அதன் மூலக்கூறுகளின் அமைப்புடன் தொடர்பு கொண்டது என்பதில் ஐயமில்லை. ஆனால் எவ்வாறு? இதைத் தான் நாம் நிச்சயமாகக் கூற முடியாது. இன்னும் கட்டுப்பாடான பௌதீக அனுமானம் எதுவும் இதற்கு இல்லை.

வேதியியலறிஞர்கள் வெவ்வேறு மணங்களுக்குக் காரணமான வேறு, வேறு மூலக்கூறுகளைக் கண்டு கொண்டு, ஸ்ட்ராபெர்ரி பழங்களின் மணம் என்னவென்று கூறி விடுவர்.

இந்த ஸ்ட்ராபெர்ரி நறுமணத்தைப் பிரித்தறிய விஞ்ஞானிகளுக்கு எவ்வாறு முடிந்தது?



வாயு-திரவ க்ரோமாடோக்ராஃபி முறையில் தான்.

இம்முறையில் உறிஞ்சும் அல்லது உட்கிரகிக்கும் பொருள், எளிதில் ஆவியாகாத ஒரு திரவத்தினுல் ஈரமாக்கப்பட்ட சிலிகன் டையாக்ஸைடு, SiO_2 ஆகும். நகரும் ஊடகம் ஆர்கான் போன்ற உயர்ந்த வாயு அவ்வளவே.

இல்லாவிடில் ஒரு கண்ணுடிக் குழாய் அந்த ஆவியாகாத திரவத்தினுல் நனேக்கப்படுகிறது. குழாய் மிக நீளமாக இருக்க வேண்டும். புதிய ஸ்ட்ராபெர்ரிகளின் மணம் முழுவதையும் ''பிடிக்க'', ஆராய்ச்சியாளர்கள் 120 மீட்டர் நீளமுள்ள குழாயைப் பயன்படுத்த வேண்டியிருந்தது.

அக்குழாய் சுருளாகச் சுற்றப்பட்டு நிலை வெப்பப் பெட்டி [thermostat] என்னும் தனிப்பட்ட சாதனத்தில் வைக்கப்படுகிறது. இதில் வெப்ப

நிலை மெதுவாகவும், ஒரே மாதிரியாகவும் அதிகரிக்க முடியும். ஸ்ட்ராபெர்ரி மணத்தின் வெவ்வேறு பகுதிப் பொருள்களில் சில சீக்கிரமாகவும், மற்றவை குறைந்த வேகத்திலும் ஆவியாகும் தன்மையுள்ளனவாயிருப்பதால் இவ்வாறு செய்ய அவசியம் ஏற்பட்டது. அப்பகுதிப் பொருள்கள் குழாயில் ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசையில் ஒன்றன் பின் ஒன்றாகத் தங்களை வரிசைப்படுத்திக் கொண்டன. பிறகு அவை, குழாயின் வழியாக ஆர்கானைச் செலுத்தி வெளியேற்றப்பட்டன. வெளி வரும் முனையில் வெவ்வேறு பொருள்கள் வெளிச் செல்வதை ஒரு சிக்கலான அமைப்புள்ள கருவி பதிவு செய்தது. ஸ்ட்ராபெர்ரியின் மணத்தில் 96 பொருள்கள் இருப்பதாகத் தெரிந்தது. எனினும் அவற்றின் மொத்த எடை 10^{-12} கிராம் தான்.

வேதியியலறிஞர்கள் இம்முறையில் மிகவும் சிக்கலான அனேகப் பகுதிகளைக் கொண்ட இயற்கைப் பொருள்கள் பலவற்றை ஆராய்ந்துள்ளனர். பெட்ரோலியத்தில் எத்துணைப் பகுதிப் பொருள்கள் உள்ளன என்று நீங்கள் நினைக்கிறீர்கள்? 230க்கு குறைவில்லாமல்! மேலும் அவை எண்ணப்பட்டவுடன் அவற்றுள் ஒவ்வொன்றும் இன்னதென்று அறியப்பட்டுள்ளது.

நெப்போலியன் மரணம்: கதையும் உண்மையும்

அதிகாரப் பூர்வமான செய்தியின்படி நெப்போலியன் போனபார்ட், செயின்ட் ஹெலினா தீவில் 1821ல் இறந்தார். அவர் இறந்தமைக்கு

வயிற்றில் புற்று நோய் ஏற்பட்டதே காரணம். இவ்வியாதி உலகில் பாதியை ஆண்டு அந்த அரசனை அரை ஆண்டுக்குள் சவக்குழிக்குக் கொணர்ந்து விட்டது. விரேத விசாரணையாளரின் அறிக்கை டாக்டர் அண்டோமார்க்கியால் கையெழுத்திடப்பட்டது.

இச்செய்தி நிச்சயமாக ஸ்தாபிக்கப்பட்ட போதிலும் ஒருவரும் அதை நம்பவில்லை; அதற்குக் காரணம் உண்டு.

அப்பெரிய சக்ரவர்த்தியின் ஆதரவாளர்களில் பல தங்கள் வாழ்வின் இறுதிவரை நெப்போலியன் இயற்கையான மரணம் எய்தவில்லை. விஷம் கொடுத்துக் கொல்லப்பட்டான், என்று வலியுறுத்திக் கூறினர்.

மேலும் நெப்போலியன் மரணத்திற்கு ஒரு வாரம் முன்னர் தன் உயிலைக் கூறுகயில் ''பிரிட்டீஷ் ஆளும் இனத்தாலும், அதன் கூலிக்கொலைகாரர்களாலும் நான் கொல்லப்பட்டேன்,'' என்று கூறினார்.

ஆனால் அவர் எந்த விஷத்தால் கொல்லப்பட்டார்? பல வகையான விஷங்கள் சென்ற நூற்றாண்டில் தேவைக்கு அதிகமாகவே அறியப்பட்டிருந்தன. ஆனால் அறியப்படாத கொலைகாரன் அவற்றில் எதையும் அந்தச் சக்ரவர்த்தியைக் கொல்ல பயன்படுத்த மாட்டான்.

கொல்லப்படுபவன் சந்தேகமுறாதபடி ருசியற்ற விஷம் தான் தேவைப்பட்டது. அது மிகவும் வீரியமுள்ளதாக இராமல், அவர் உடலில் மெதுவாகச் சேர்ந்து, மிக மெதுவாகக் கொல்லும் விஷமாக இருத்தல் அவசியமாயிற்று.

எனவே, போனபார்ட் ஆர்ஸெனிக்கினால் கொல்லப்பட்டிருக்க வேண்டுமென்று இன்னொரு கூற்றுத் தோன்றியது.

ஆனால் இதை எப்படி நிரூபிப்பது? முடிவில்லாமல் அனுமானங்கள் செய்யலாம். ஆனால் இங்கு வேண்டியதெல்லாம் கேள்விக் கிடமில்லாத நிரூபணம்தான். ஒரு காட்சியும் விட்டு விடப்படவில்லை. அச்சக்ரவர்த்தியின் சவக்குழியிலிருந்து அவரது உடலின் பகுதியை விசாரணைக்காகத் தோண்டுவது, பாபச் செயலாகத் தோன்றியது.

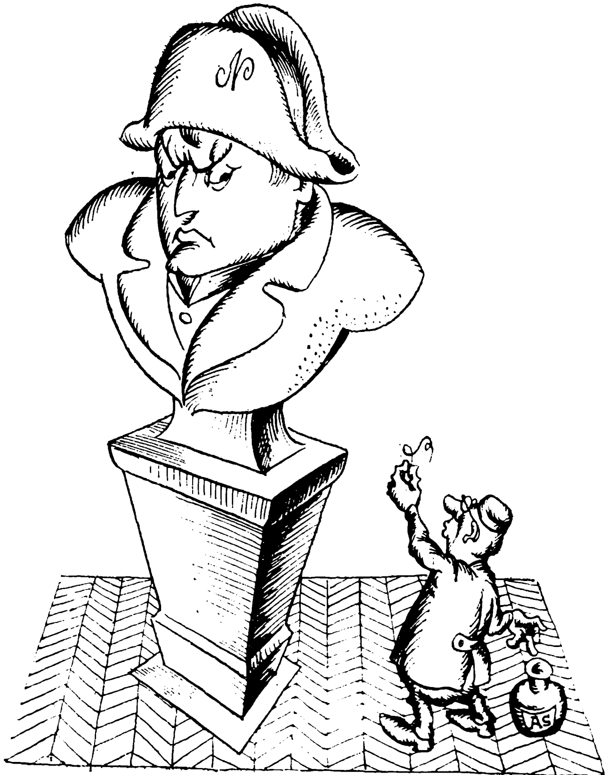
அந்தத் துக்கச் சம்பவத்திற்குப் பின் 140 ஆண்டுகள் கழித்து நெப்போலியனின் மரணம் பற்றி ஒரு அசாதாரண விசாரணை க்ளாஸ்கோ என்னும் ஸ்காட்ச் நகரில் துவங்கப்பட்டது. இவ்வழக்கு ஸ்மித், ஃபார்ஷுப்வுட் என்ற இரு மருத்துவர்களால் வழக்காடப்பட்டது.

முதலில் அவர்கள் உலகிலுள்ள பொருள் காட்சி நிலையங்களில் பலவற்றுக்கு, அவைகளில் சேர்த்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் பொருள்களில் அப்பெரிய ஃபிரெஞ்சுக்காரரின் முடிக்கொத்து இருக்கிறதா என்ற விநோதமான வேண்டுகோளை அனுப்பினார்கள். இந்த விசாரணையாளர்களுக்கு அதிர்ஷ்டம் ஆதரவளிக்கச் சில காலமாயிற்று. நெப்போலியனுடைய மரணத்துக்குப் பின் பல மணி நேரம் கழித்து வெட்டி எடுக்கப்பட்ட சில முடிகள் அவர்களுக்குக் கிடைத்தன.

அந்த மருத்துவர்களுக்கு மனித உடலினுட் சென்ற ஆர்ஸெனிக் மிக மெதுவாக முடியில் ஒன்று சேருகின்றது என்று தெரியும். போனபார்ட்

டின் முடியில் அவர்களால் அதைக் கண்டு விட்டால்...

ஆனால் செய்வதை விட இதைக் கூறுதல் எளிது. முடியிலுள்ள ஆர்செனிக்கின் அளவு மிகக் குறைவே. இரசாயனப் பகுப்பாய்வு முறைகள் பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கலாம். ஆனால் தவறில்லா



மலிருக்கும் அளவு அத்தனை சரியான முறைகள் இவையல்ல. இந்த விஷயத்தில் சர்வ நிச்சயமாக இருக்க வேண்டும்.

பின்னர் ஸ்வீடிஷ் பௌதிக அறிஞர் வஸ்ஸென் அந்த விசாரணையில் சேர்த்துக் கொண்டார்.

அந்த மதிப்பு மிகுந்த முடிவுகள் கவனமாக ஒரு அலுமினிய உருளையில் வைத்து மூடப்பட்டு ஒரு யுரேனிய வினைக் கலத்துள் சில மணி நேரங்களுக்கு வைக்கப்பட்டது.

அந்த முடிவுகளை வெளியே எடுத்துப் பிரத்யேகமான சில அளவுகள் எடுக்கப்பட்ட பொழுது, நெப்போலியன் ஆர்செனிக் விஷத்தினால் இறந்தார் என்பது நன்கு தெளிவாயிற்று. அவரது முடியில் சாதாரணமாக இருக்க வேண்டிய அளவை விட 13 மடங்கு அதிக ஆர்செனிக் இருந்தது. மேலும், ஆர்செனிக் மிக மெதுவாகச் சிறிய அளவுகளில் கொடுக்கப்பட்டிருந்தது.

போனபார்ட்டின் மரணத்தின் உண்மையான காரணத்தை நிலை நாட்டுவதில் அந்த விஞ்ஞானிகள் வெற்றியடைந்தது எவ்வாறு? இரசாயன முறை ஒன்றையும் பயன்படுத்தாமல் அவர்களால் எப்படி ஆர்செனிக் இருப்பதை அறிய முடிந்தது?

ஊக்கிப் பகுப்பாய்வு

இயற்கையில் கிடைக்கும் ஆர்செனிக் மிகவும் ஸ்திரத்தன்மை கொண்ட தனிமம். அதில் கதிரியக்கத்தை எவரும் கண்டதில்லை.

ஆர்செனிக் மற்றுமொரு அசாதாரணத்தன்

மை கொண்டது. அதை ஒருவர் ''தனிமையான'' தனிமம் எனலாம். மற்ற தனிமங்களில் அநேகம் இரண்டு, மூன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஐசோடோப்புக்களைக் கொண்ட கலவைகள். உதாரணமாகத் தகரத்தில் பத்து வெவ்வேறு வகையான அணுக்கள் உள்ளன. இவை யாவும் இயற்கையில் காணப்படுகின்றன.

ஆனால் ஆர்செனிக் தனியானது. அதன் கருவில் 33 ப்ரோடான்களும், 42 நியூட்ரான்களும் உள்ளன. இத்தகைய தொகுப்பு மிக்க ஸ்திரமானது.

ஆயின் எவ்வழியிலேனும் ஒரு அதிகப்படி நியூட்ரான் இந்தக் கருவினுள் ஊக்கப்பட்டுவிட்டால், அதன் ஸ்திரத்தன்மை மறைந்து விடுகின்றது. இந்த ஐசோடோப்பை இரசாயன முறையின்றிக் கண்டு பிடிக்கலாம். கதிரியிக்க வெளியீட்டைப் பதிவு செய்ய ஒரு கருவிதான் தேவை. கதிரியக்கமுள்ள ஆர்செனிகின் அளவு அதிகமாக ஆக அதன் கதிர் வீச்சும் அதிகரிக்கின்றது.

இது தான் அந்த எளிதான, ஆனால் அதி முக்கியமான ஊக்கிப் பகுப்பாய்வு முறையின் [method of activation analysis] அடிப்படைத் தத்துவம். தசமப் புள்ளிக்குப் பிறகு பத்து அல்லது பன்னிரண்டு பூஜயங்களைக் கொண்ட எண்களால் குறிப்பிடக் கூடிய ஒரு கிராமின் அத்துணை சிறிய பின்ன அளவு பொருள்களைக் கூடத் திர்மானமாகக் கண்டு பிடிக்க அது உதவுகிறது. இதனைச் செய்ய, ஆராயப்படும் பொருள் நியூட்ரான் கற்றையினால் கதிரியக்கம் தூண்டப்பட்டு, அதனால் உண்டாகும் கதிர் வீச்சுள்ள ஐசோடோப்

புக்கள் வெளியிடும் கதிர் வீச்சினளவை அளக்க வேண்டும்.

அவ்வாறு தான் நெப்போலியன் போனபார்ட்டின் மரணத்தின் சூழ்நிலையைச் சரித்திரம் எழுதுவோர் கண்டு பிடித்தனர். இது தவறில்லாத விஞ்ஞானத்தினுல் அளிக்கப்பட்ட உதவிக்குச் சிறந்ததொரு உதாரணமில்லையா?

தற்காலத்திய பகுப்பாய்வாளருக்கு, எல்லாவற்றையும் பார்க்கும் கண்ணுக ஊக்கிப் பகுப்பாய்வு உள்ளது. மற்ற எந்தப் பகுப்பாய்வு முறையும் கண்டு பிடிக்க முடியாததை எளிதில் கண்டுபிடித்து விடுகின்றது.

சுத்தமான ஜெர்மானியம் பொதுவாக நல்ல அதை மின் கடத்தி என்று அறிவோம். ஆனுல் அதில் அசுத்தமாக ஒரு சில அணுக்கள், உதாரணமாக ஆண்டிமனி, மில்லியன் ஜெர்மானிய அணுக்களுக்கு ஒரு அண்டிமனி அணு வீதம் கலந்திருந்தால், ஜெர்மானியத்தின் அரை மின் கடத்தும் தன்மை முழுதும் மறைந்து விடுகிறது.

எனவே தான் ஜெர்மானியத்தில் அசுத்தங்கள் உள்ளனவா என்று மிகக் கவனமாகப் பார்க்க வேண்டியிருக்கிறது. ஊக்கிப் பகுப்பாய்வின் உதவியினுல் இதைச் செய்ய முடியும்.

நியூட்ரான்கள் ஒரு ஜெர்மானியத் தகட்டுக்கு வேகமாகச் செல்லுகின்றன. வேதியியலறிஞருக்கு அதில் சிறிதளவு ஆண்டிமனி இருப்பது தெரியும். கவனியாமல் விட்டு விடுமளவு மிகக் குறைவாக இருந்தாலும், அந்தச் ''சுத்தமான'' ஜெர்மானியம் ஒதுக்கித் தள்ளப்படுமளவு அதிகமாக இருக்கலாம். ஜெர்மானிய, ஆண்டிமனி

அணுக்களின் கருக்கள் நியூட்ரான்களுடன் வேறு வேறு விதமாக வினை புரிகின்றன. ஜெர்மானிய அணுக்கள் அவைகளை அலட்சியமாகத் தாண்டிச் செல்ல விடுகின்றன. ஆனால் ஆண்டிமனி அணுக்கள் அவற்றை உட்கொண்டு விடுகின்றன. இக் காரணத்தினால் ஆண்டிமனியின் கதிரியக்கமுள்ள ஐசோடோப்புகள் மட்டும் உண்டாகின்றன. மற்றவைகளைக் கதிரியக்க மானிகள் செய்துவிடு கின்றன. பிறகு ஜெர்மானியத்தில் ஆண்டிமனி அதிகமாக உள்ளதா அல்லது குறைவாக உள்ளதா என்று நம்மால் கூற முடியும்.

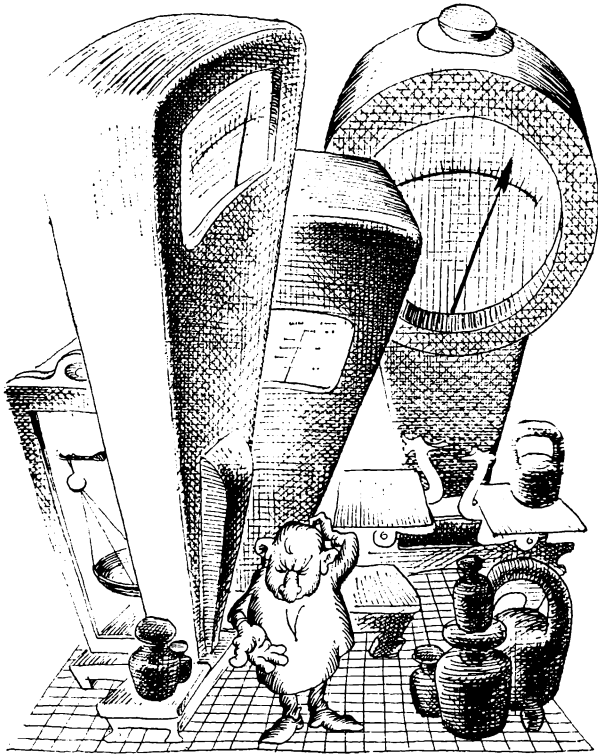
மிக நுண்ணளவை நிறுப்பதெப்படி?

500 மைக்ரோக்ராம்கள் அதிகமானதா? பார்ப்போம். ஒரு மைக்ரோகிராம் என்பது ஒரு மில்லிகிராமின் ஆயிரத்தில் அல்லது ஒரு கிரா மின் மில்லியனில் ஒரு பாகம். நாம் தண்ணீரை எடுத்துக் கொண்டால் 500 மைக்ரோக்ராம்கள் என்பது ஒரு கன மில்லிமீட்டரில் பாதி, அதா வது ஒரு குண்டூசித் தலையின் கன அளவை விடச் சுமார் மூன்று மடங்கு குறைவு. ஆனால் ஒரு பொ ருள் 10 மடங்கு எடையுள்ளதாயிருந்தால் என்ன வாகும்? அதன் கன பரிமாணம் 10 மடங்கு குறைவாயிருக்கும். அந்த அளவுப் பொருளைக் காண்பது கூடக் கடினம். அதை வைத்துக் கொண்டு ஒருவர் என்ன செய்ய முடியும்? உருப்பெருக்கி [microscope]யின் அடியில் வைத்து ஆராய்ந்து பார்க்கலாம். அதற்கு மேல் வேறு எதுவும் செய்ய இயலாது.

1942ல் அமெரிக்க விஞ்ஞானிகளுக்கு 500 மைக்ரோக்ராம் ப்ளூடோனியம் மட்டுமே கிடைத்தது. உண்மையிலேயே சிந்தித்துப் பார்க்க முடியாத இத்துணை குறைந்த அளவை வைத்துக் கொண்டு, அத்தனிமத்தின் முக்கியமான தன்மைகளைக் கண்டறிவதில் அவர்கள் வெற்றி கண்டனர். மேலும், ஒரு ஆண்டுக்குப் பின் பெரிய ப்ளூடோனிய கலம் நிறுவ உத்தேசிக்கும் அளவு அத்துணை நுணுக்கமாக அதன் தன்மைகளை அறிந்தனர்.

இப்போது ஒரு தராசைப் பற்றி மிகச் சிக்கலான விஷயம் என்ன இருக்கிறது? தராசு என்பது ஒரு நிறுக்கும் சாதனம். ஒரு மில்லிகிராமின் நூற்றில் ஒரு பாகத்தைக் கூட நிறுக்கும் பகுப்பாய்வு நுண் தராசு [microbalance] ஒரு எளிய அமைப்புடையதே. எனினும் அந்த அளவு நுணுக்கமான நிறுவை கூட விஞ்ஞானிகளுக்கு நீண்ட காலமாகத் திருப்தி அளிக்கவில்லை. அதன் விளைவாக, நமது நூற்றுண்டின் ஆரம்பத்தில் ஒரு மில்லிகிராமின் பத்தாயிரத்தில் ஒரு பாகத்தை நிறுப்பதற்கான தராசு தயாரிக்கப்பட்டது. தற்செயலாக சுமார் 0.16 கன சென்டிமீட்டர் அளவுள்ள ராடானை நிறுத்து, அதன் மூலம் ரேடியத்தின் கதிரியக்க அழிவின் விதத்தை நிச்சயிப்பதற்காக வில்லியம் ராம்ஸே என்ற ஆங்கிலேய பௌதிக அறிஞர் அத்தகைய தராசையே பயன்படுத்தினர்.

ஆனல் இந்தத் தராசு கூடக் கடைசி எல்லையைத் தொடவில்லை. இதற்குச் சற்று பின்னர் ஸ்வீடிஷ் வேதியியலறிஞர் ஹான்ஸ் பாட்டர்ஸன்



என்பவர் ஒரு மைக்ரோக்ராமின் பத்தாயிரத்தில் ஒரு பாகத்தை—அதாவது அதி நுண்ணிய நிறுவை எண்ணிப் பார்ப்பது மிகக் கஷ்டமாயிருக்கிறது.

பகுத்தறிய முடியாததை நிறுத்தல் என்பது அல்ட்ரா-மைக்ரோபகுப்பாய்வு [ultramicroanalysis] என்ற புதிய விஞ்ஞானத்தின் அரும் பெரும்

செயல்களில் ஒன்று. இதற்குக் குறைவில்லாத முக்கியமான வேறு பலன்களும் அதன் பெருமைக்குரியனவாக உள்ளன.

மிகக் குறைந்த கன அளவுள்ள பொருள்களைக் கொண்டு—ஒரு மில்லிலிட்டரின் பத்தாயிரத்தில் ஒரு பாகும்—அநேக இரசாயனச் செய்முறைகளை நிறைவேற்றப் பல முறைகள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டு உள்ளன. பல சமயங்களில் பத்தாயிரத்தில் ஒரு மைக்ரோலிட்டர் (1×10^{-10}லிட்டர்) போன்று அத்துணை துல்லியமாகக் கணக்கிடப் படுகின்றன.

அல்ட்ரா-மைக்ரோ இரசாயன முறைகள் உயிரியல், வேதியியல் ஆராய்ச்சிகளில் மட்டுமன்றிக், குறிப்பாகச் செயற்கையாகத் தயாரிக்கப்படும் ட்ரான்ஸ்யுரேனியத் தனிமங்களின் ஆராய்ச்சியிலும் அதிகமாகப் பயன்படுகின்றன.

தனி அணுக்களின் இரசாயனம்

சில மில்லிகிராம் அளவே கிடைக்கக் கூடிய ஒரு புதிய தனிமத்தின் தன்மைகளை ஆராய்வதில் உள்ள சிரமங்களினால் வருந்திய காலம் இருந்தது.

அப்போதிருந்து ''மிகக் குறைந்த அளவு'' என்பதின் திட்டமான அலகு பல தடவைகள் சரி பார்த்து திருத்தப்பட வேண்டி இருந்திருக்கிறது. 1937ல் இத்தாலிய விஞ்ஞானிகளான பெர்ரியரும் செக்ரேயும் அப்பொழுதுதான் கிடைத்த டெக்னீஷியம் என்ற 43வது தனிமத்தின் தன்மைகளை ஆராய்ந்தறிவதில் வெற்றி கண்டனர்.

படியமைப்பு அட்டவணையின் இந்தப் புதிய பிரதிநிதியின் பத்தாயிரம் மில்லியனில் ஒரு கிராம் அளவே அவர்களிடம் இருந்தது.

அவர்களது அனுபவம் மற்றவர்களுக்கு நன்மையளித்தது. ட்ரான்ஸ்யுரேனியத் தனிமங்களை வைத்து வேலை செய்யும் போது, வேதியியலறிஞர்கள் கிராம்கள், மில்லிகிராம்கள் அல்லது மைக்ரோக்ராம்கள் போன்ற எடையளவுகளைக் கூட முற்றிலும் மறந்துவிட வேண்டியிருந்தது. ட்ரான்ஸ்யுரேனியத் தனிமங்களுக்கென வெளியிடப்பட்ட விஞ்ஞானப் பத்திரிகைகளின் பக்கங்களில் ''பகுத்தறிய முடியாத, கண்ணுக்குத் தெரியாத அளவுகள்,'' என்ற சொற்களே காணப்பட்டன. ஆராய்ச்சியாளர்கள் படியமைப்பு அட்டவணையின் இந்தப் பகுதியில் ஆழ்ந்து செல்லச் செல்ல அவர்களை எதிர்கொண்ட சிரமங்களும் அதிகரித்தன.

கடைசியாக மெண்டலீவியம் என்று, அந்தப் பெரிய ருஷ்ய வேதியியலறிஞரின் நினைவாகப் பெயரிடப்பட்ட 101வது தனிமத்தின் முறை வந்தது.

அந்தப் புதிய ட்ரான்ஸ்யுரேனியத் தனிமம் இந்த பெயரைப் பெற்றதால், விஞ்ஞானிகள் அது உண்மையிலேயே கிடைத்து விட்டதென்ற எண்ணினார்கள்.

தனிமம் நிர்.101யைத் தொகுக்க முடியும் என்று நம்பக்கூடிய சூழ்நிலைகளைக் கணக்கிடுதல், ஒப்பிட்டுப் பார்க்கையில் எளிதாகவே இருந்திருக்கிறது. அதற்குரிய அணு வினையின் சமன்பாட்டை எழுதுவதில் அதிகக் கஷ்டம்

இருக்கவில்லை. புதிய ட்ரான்ஸ்யுரேனியத் தனிமத்தின் எந்த ஐசோடோப்பு உண்டாகும் என்பதையும் முன்னறியலாம்.

இது அறிமுறை. ஆனால் செயல்முறையில் அடைந்ததை நிச்சயமாக உறுதிப் படுத்த வேண்டியிருந்தது. அதாவது அந்த அணு வினையின் விளைவாக 101வது தனிமத்தின் ஐசோடோப்புகளன்றி வேறு எதுவும் உண்டாகவில்லை என்று நிரூபித்தல் அவசியமாயிற்று.

அதன் பின் நடந்தது மிக்க விநோதமாயிருந்தது. ''101வது தனிமத்தைத் தொகுக்கும் ஒரு சோதனையில் அப்புதிய தனிமத்தின் ஒரு அணுவுக்கு மேல் உண்டாகுமென்று எதிர்பார்க்க முடியாது''—இது தான் கண்டிப்பான பௌதிக, கணிதவாதம்; உண்மையிலும் அவ்விதமே நடந்தது. ஒரே ஒரு தனியான அறியப்படாத அணு தன் பிறப்பை அறிவித்தது. ஆனால் அது 101 வது தனிமத்தின் அணு தானா?

நுண்ணிய ரேடியோமெட்ரிக் கருவிகளினால் அந்த அணுவின் பாதிச் சிதைவுக் காலத்தைத் தீர்மானிக்க முடிந்தது, ஆனால் அதன் இரசாயனத் தன்மையை அல்ல.

பொதுவாக ஒரு தனித்த அணுவின் முக்கியமான இரசாயன குணங்களை ஆராய்வது சாத்தியமா?

க்ரோமாடோக்ராஃபி உதவிக்கு வந்தது.

இப்போது நமது வாதத்தை உன்னிப்பாகக் கவனியுங்கள். 101வது தனிமம் ஆக்டினைடு குடும்பத்தைச் சேர்ந்ததாக இருக்க வேண்டும். தங்கள் அநேக குணங்களில் ஆக்டினைடுகள், லாந்

தனைடுகள் எனப்படும் தம்மைப் போன்ற மற்ருேர் குடும்பத்தின் தனிமங்களை ஒத்திருக்கின்றன. லாந்தனைடுகள் அயனி மாற்றக் கரோமாடோக்ராஃபி முறையினுல் பிரிக்கப்பட்டன. கலவையிலிருந்து லாந்தனைடுகள் தனித்தனியாகச் சரியான வரிசையில் கனமானவை முதலிலும், இலேசானவை பின்னருமாக வெளி வந்தன.

ஆக்டினைடு வரிசையில் 101வது தனிமம் ஐன்ஸ்டைனியம் (நிர். 99), ஃபெர்மியம் (நிர். 100) இவைகளைத் தொடர வேண்டும். க்ரோமாடோக்ராஃபிக் முறையில் ஐன்ஸ்டைனியம், ஃபெர்மியம், 101வது தனிமம் ஆகியவைகளைப் பிரிக்க வேண்டுமானுல், கடைசியாகக் கூறப்பட்ட தனிமம், க்ரோமாடோக்ராஃபிக் ஸ்தம்பத்திலிருந்து வெளி வரும் திரவத்தின் முதற் சில துளிகளில் காணப்பட வேண்டும்.

பதினேழு முறைகள் விஞ்ஞானிகள் மெண்டலீவியம் தொகுப்பைச் செய்தனர். 17 முறைகள் மனிதனுல் தயாரிக்கப்பட்ட புதிய அணுவின் இரசாயனத் தன்மையைத் திடமாக நிச்சயிக்க அயனி-மாற்றக் க்ரோமாடோக்ராஃபியைப் பயன்படுத்தினர். ஒவ்வொரு முறையும் மெண்டலீவியம், அறிமுறையை அனுசரித்து, எந்தத் துளி திரவத்தில் வெளிப்பட வேண்டுமோ, அதே துளியில் தோன்றியது. முன்னர் ஃபெர்மியமும் ஐன்ஸ்டைனியமும் தான் இத்துளிகளில் வந்தன.

எனவே, மெண்டலீவியத்தின் அணு எண் 101. குணங்களில் அது ஒரு சரியான ஆக்டினைடு தான்.

எல்லை உண்டா?

இந்த உலகில் ஆதியும் அந்தமும் இல்லாத அண்டத்தைத் தவிர, ஒவ்வொன்றுக்கும் முடிவு உண்டு. ஆகையால் பொதுவாகப் பகுப்பாய்வுக்கு ஒரு எல்லை உண்டு. அதில் சந்தேகமேயில்லை. ஒரு இரசாயனப் பொருளின் மூலக்கூறுகளில் அல்லது தனிமங்களின் தனி அணுக்களின் இரசாயனத் தன்மையைக் கண்டு பிடிக்க நாம் கற்று விட்டால், எல்லையை அடைந்து விட்டோம் என்று நாம் எண்ணலாம்.

ஆனால் நாம் கூற விரும்பியது அதுவல்ல. 1940-50 வரை ஒரு பொருளில் உள்ள அசுத்தம் 0.01-0.001 சதவீதம் என்ற அளவில் இருந்தால் வேதியியலறிஞர்களுக்கு அநேகமாக எல்லா அசுத்தங்களையும் பகுத்தாராய முடிந்தது. ஆனால் தற்காலத்தில் விஞ்ஞானமும் தொழிற்சாலையும் அதிக வேகமாக முன்னேற்றமடைந்த படியால் 1960க்குப் பின் ஒரு சதவீதத்தின் ஆயிரபிலியனில் ஒரு பாக (10^{-12}) அசுத்தத்தைக் கூட கண்டு பிடிக்க அவசியம் ஏற்பட்டது. ஆனால் அப்போது தனித் தனிமங்களைக் கண்டு பிடிப்பதில் நுண்மையை நெருங்கிக் கொண்டிருந்தோம். தற்போது ஏற்கெனவே அத்தகைய அளவுகளில் பல தனிமங்களும், அவற்றின் சேர்மங்களும் உள்ளன. அத்தகைய மிகச் சிறிய அளவு பொருள்களைக் கண்டு பிடிக்க விஞ்ஞானிகளுக்கு உதவும் ஊக்கிப் பகுப்பாய்வு முறைகள், வாயு க்ரோமாடோக்ராஃபி, எடை ஸ்பெக்ட்ரோமெட்ரி [mass-spectro-

metry] ஆகிய இவைகளுக்கு முதற்கண் நமது நன்றி உரித்தாகும்.

ஒரு பொருளில் கலந்துள்ள அசுத்தத்தைப் பகுத்தாய்தலின் அவசியம் தொடர்ந்து ஒரே வேகத்தில் அதிகரித்துக் கொண்டே போகும். கழக உறுப்பினரான ஐ. அலிமாரின் என்ற சோவியத் விஞ்ஞானி, பொருள்களின் தேவை, துய்மை அல்லது கலப்பின்மையைப் பொருத்த வரையில், அசுத்தத்தின் ஒவ்வொரு அணுவையும்— அதாவது 10^{-23} கிராம் அளவுப் பொருளேயும்— நிர்ணயிக்கும்படி அந்த எல்லையை அடைந்து விடும், என்று நம்புகிருர். இந்தக் கடினமான வேலையைப் பௌதிக, இரசாயன அறிஞர்கள் ஒன்று கூடித் திறம்படச் சமாளிக்க வேண்டும். சில தனிமங்களின் கதிரியக்கமுள்ள அணுக்களைத் தனித் தனியாக நம்மால் நிர்ணயிக்க முடியும். எனினும் ஸ்திரமான அணுக்கள், அவற்றின் சேர்மங்கள், இவைகளை கண்டு பிடித்து, நிர்ணயிப்பதின் நுண்மை எல்லைக்கு மிகவும் சேய்மையிலேயே இன்னும் இருக்கிறது. இந்த ''வெற்றிட''த்தை நிரப்புவதில் வெற்றியடையக் கூடியவர்களுக்குப் பகுப்பாய்வு முறைகள் இன்னும் காத்திருக்கின்றன.

அதிசயமான ஒரு எண்

விஞ்ஞானிகள் தங்கள் கணக்கீடுகளில் அடிக்கடி மாறிலிகள் என்று அவர்களால் குறிப்பிடப்படுபவற்றைக் கையாள வேண்டியிருக்கிறது. அவை ஏதேனும் ஒரு தன்மை அல்லது குணத்தைக் குறிப்பாகத் தெரிவிக்கும் எண்கள். உங்கள் கவனத்தை

அவற்றில் ஒன்றின் பக்கம் விரும்புகிறேம்.

'அவோகாட்ரோவின் எண்' [Avogadro's number] எனப்படும், அதனைப் பழக்கத்தில் கொண்டு வந்த பிரசித்தி பெற்ற இத்தாலிய விஞ்ஞானியின் பெயரால் இது கூறப்படுகிறது. அவோகாட்ரோ வின் எண் என்பது ஒரு தனிமத்தின் ஒரு கிராம்-அணுவில் [gram-atom] உள்ள அணுக்களின் எண் ஆகும்.

ஒரு கிராம்-அணுவானது ஒரு தனிமத்தின் அணு எடைக்குச் [atomic weight] சமமான கிராம் களின் எண்ணிக்கை என்பது நினைவில் இருக் கலாம். உதாரணமாக, கார்பனின் ஒரு கிராம்-அணு 12கி., இரும்பினது—56 கி., யுரேனியத் தினது—238 கி.

இந்த ஒவ்வொரு அளவிலும் குறிக்கப்பட் டிருக்கும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை, அவோ காட்ரோ எண்ணுக்குச் சரி சமம்.

காகிதத்தில் எழுதினல் இது ஏறக்குறைய ''ஒன்று'' எண்ணிற்குப் பிறகு 23 பூஜ்யங்கள், அதாவது மேலும் சரியாக 6.025×10^{23} என்று எழுதப்படலாம்.

இவ்வாறு 12 கி. கார்பன், 56 கி. இரும்பு அல்லது 238 கி. யுரேனியம் ஆகியவைகளில் பல அணுக்கள் உள்ளன.

அவோகாட்ரோ எண்ணனது, கார்பனைச் செய்ய கடினமான அளவு அத்தனை பெரியது.

எனினும், நாம் முயற்சி செய்வோம்.

இந்தப் பூமியின் ஜனத் தொகை சுமார் 3,000 மிலியன்கள். பூமியின் எல்லா மனிதர் களும் கூடி ஏதோ ஒரு தனிமத்தின் ஒரு கிராம்-

அணுவில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கையைக் கண்டு பிடிக்கத் தீர்மானிப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம். ஒவ்வொரு மனிதனும், பிரதி தினமும் எட்டு மணிநேரங்களுக்கு, ஒரு விநாடிக்கு ஒன்ருக எண்ணுவதாகக் கொள்ளுவோம்.

அணுக்களை எண்ணுவதற்குப் பூலோக வாசிகள் அனைவருக்கும் எவ்வளவு நேரமாகும்?

நீங்களே கணக்கிட்டுப் பார்த்தால், ஒரு எளிதான கணக்கீட்டினுல், இருபது மிலியன் ஆண்டுகளாகும் என்று அறியலாம். மனத்தில் பதியத்தக்க இருக்கிறதல்லவா?

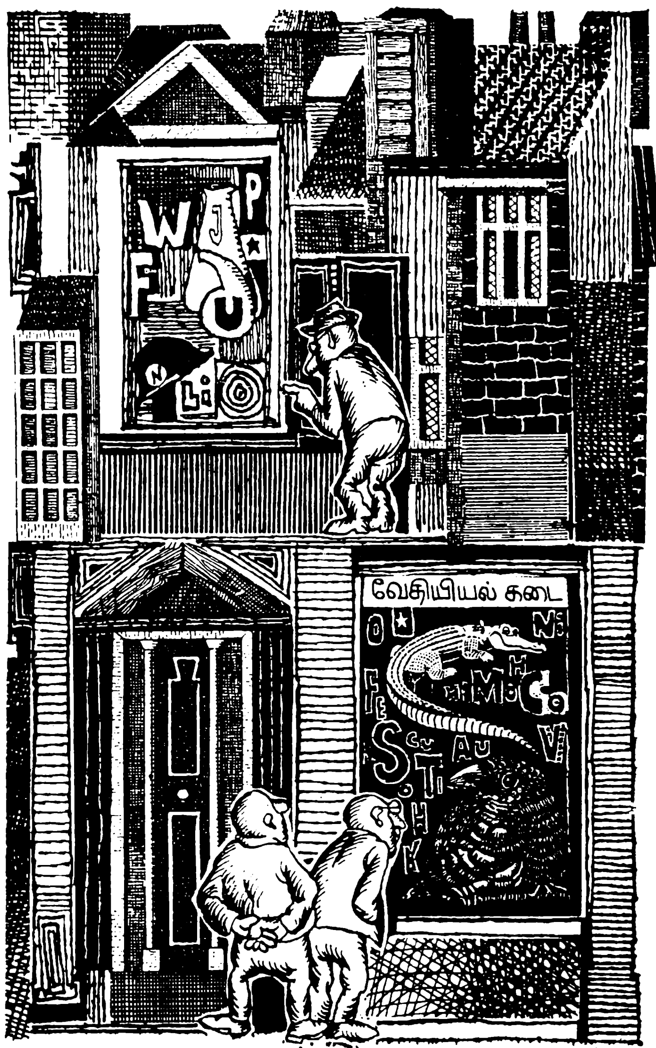
இரசாயனத் தனிமங்கள் அனைத்தும் எங்கும் நிறைந்துள்ளன என்னும் தத்துவம் ஒரு திடமான அடிப்படையைக் கொண்டது என்பதற்கு அவோகாட்ரோ எண் மிகப் பெரியதாக இருப்பதே சான்ருகும். எங்கணும், எப்பொழுதும், ஏதேனும் ஒரு இரசாயனத் தனிமத்தின் ஒரு சில அணுக்களையேனும் காணலாம்.

அவோகாட்ரோ எண் மிகப் பெரியதாயிருப்பதிலிருந்து அசுத்தங்களே (கலப்பே) இல்லாத மிகப் பரிசுத்தமான பொருள்களை அடைவதற்கான எல்லா முயற்சிகளும் வீனே என்பது தெளிவாக தெரிகிறது.

இரும்பின் ஒரு கிராம் 10^{22} அணுக்களைக் கொண்டது என்போம். அதில் ஒரே ஒரு சதவிதம் (10 மில்லிகிராம்) தாமிரம் அசுத்தமாக இருந்தால், அதுவே 10^{20} அணுக்களுக்கு குறையாயிருக்கும். அசுத்தத்தினளவு ஒரு சதவிதத்தின் பத்தாயிரத்திலொரு பாகமாகக் குறைக்கப்பட்டாலும், பிரதமப் பொருளின் 10^{23} அணுக்களுக்கு

அசுத்தத்தின் அளவு 10^{16} அணுக்களாக இருக்கும். படியமைப்பு அட்டவணையின் எல்லாத் தனிமங்களும் அசுத்தத்தில் சேர்க்கப்பட்டால், சராசரியாக 10^{14} அதாவது நூறு ட்ரிலியன் [trillion] அணுக்கள் ஒவ்வொரு தனிமத்திலும் இருக்கும்.

இரசாயனம் விரிவாகப் பரவுகிறது..



வேதியியல் கடை

மீண்டும் வைரங்கள்

பட்டை தீட்டப்படாத வைரம், கடினத் தன்மையில் எல்லாத் தாதுக்கள், பொருள்கள் முதலியவற்றில் முதல் வீரன் போன்றது.

பட்டை தீட்டப்பட்ட வைரம் இரத்தினங்களுக்குள் ஈடு இணையற்ற பிரகாசத்தை அடைகிறது.

நீல நிற வைரங்கள் நகை வியாபாரிகளால் பிரத்யேகமாக விலை மதிக்கப்படுகின்றன. அவை மிகவும் அரிதாகத்தான் கிடைக்கின்றன. இது மேலும், அவற்றின் விலை, கற்பனைக்கு விஞ்சியதாகச் செய்கிறது.

அந்தோ! பூமியில் மிகச் சில வைரச் சுரங்கங்களே உள்ளன. அதிலும் குறைந்த அளவு கொண்டவையே உள்ளன. ஒன்று தென் ஆப்பிரிக்காவில் இருக்கிறது. அது சோவியத் யூனியனுக்கு வெளியே உலகின் வைர உற்பத்தியில் 90% அளிக்கிறது. இந்த தேசத்தில் பத்து ஆண்டுகளுக்கு முன் வைரம் உள்ள மிகப் பெரிய பிரதேசம் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. இப்போது அங்கு வைரங்கள் மிகப் பெரிய அளவில் தயாராகின்றன.

இயற்கை வைரங்கள் உண்டாவதற்கு மிக அதிக வெப்ப நிலைகளும், அழுத்தங்களும் கொண்ட சூழ்நிலை தேவையாக இருந்தது. பூமியின் மேல் பொருக்கின் ஆழமான அடுக்குகளில் வைரங்கள் பிறந்தனர். சில இடங்களில் வைரம் தாங்கிய உருகிய குழம்பு மேல் பரப்புக்கு வந்து உறைந்தன. ஆனால் இது மிகவும் அரிதாகத் தான் நிகழ்ந்தது.

ஆனால் இயற்கையின் உதவியின்றி நம்மால் செய்ய முடியாதா? மனிதன் தானே வைரங்களைச் செய்ய முடியாதா?

செயற்கை முறையில் வைரங்களைத் தயாரிக்கும் அநேக முயற்சிகளை விஞ்ஞானத்தின் சரித்திரம் அறிந்திருக்கிறது. (முதன் முதலில் ஃப்ளூரினைத் தனியாக விடுபட்ட நிலையில் பிரித்த ஹென்றி மாய்ஸன் என்பவர் முதலில் பொருள் தேடியவர்களில் ஒருவர்.) அவர்களில் ஒருவரும் வெற்றியடையவில்லை. ஒன்று, அந்த முறை அடிப்படையிலே தவறுயிருந்திருக்க வேண்டும், அல்லது பரிசோதனையாளர்களிடம் மிக அதிக வெப்ப நிலைகளையும் அழுத்தங்களையும் சேர்த்துத் தாங்கக் கூடிய கருவிகள் இருக்கவில்லை எனலாம்.

இந்த நூற்றுண்டின் மத்தியில் தான் நவீன தொழிற்கல்வி, செயற்கை வைரங்கள் தயாரிக்கும் பிரச்சினைக்குத் திறவு கோலைக் கடைசியில் கண்டுபிடித்தது. எதிர்பார்க்கப்படுவது போல் இதற்கு முதல் தொடக்கப் பொருள் க்ராபைட். அது ஒரே சமயத்தில் 100 ஆயிரம் அட்மாஸ்ஃபியர்கள் அழுத்தம், சுமார் 3,000 டிகிரி உஷ்ணம் ஆகியவற்றிற்கு உட்படுத்தப்படுகிறது. இப்போது உலகின் பல நாடுகளில் வைரங்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

ஆனால் இந்த விஷயத்தில் வேதியியலறிஞர்கள் மற்ற எல்லோருடனும் சேர்ந்து தான் மகிழ்ச்சி அடைய முடியும். ஏனெனில் அவர்கள் ஒரு சிறிய பாகத்தைத் தான் செய்தனர். இந்த வெற்றியின் பெருமையின் பெரும் பகுதி பௌதிக அறிஞர்களுக்குரியது.

எனினும், வேதியியலறிஞர்கள் வேறு விதத்தில், அதாவது வைரங்களைச் சிறந்தவையாக்கப் பெரும் உதவி செய்து மதிப்புப் பெற்றனர்.

வைரங்களைச் சிறப்பாக்குவதென்றல்? வைரத்தைவிட வேறு எது மிகச் சிறந்ததாக இருக்க முடியும்? அதன் படிக அமைப்பு படிக உலகிலேயே மிகச் சிறந்தது. வைரத்தில் கார்பன் அணுக்களின் மிகச் சிறந்த ஜியோமிதி அமைப்புத்தான் அவற்றை அத்தனை கடினமாக்குகிறது.

வைரங்களை இன்னும் கடினமாக்குவது இயலாது. ஆனல் வைரத்தை விடக் கடினமான ஒரு பொருளைச் செய்ய முடியும். வேதியியலறிஞர்கள் அத்தகைய ஒரு பொருளைச் செய்வதற்கான முதற் பொருளை உண்டாக்கினர்.

போரானும் நைட்ரஜனும் சேர்ந்து போரான் நைட்ரைடு என்ற ஒரு சேர்மம் உள்ளது.



அது பார்ப்பதற்கு ஒன்றும் பிரமாதமாக இராது. ஆனால் க்ராஃபைட்டைப் போன்ற அதே படிக அமைப்பைக் கொண்டிருப்பதே நம்மை விழிப் படையச் செய்கிறது. அதனாலேயே போரான் நைட்ரைடு பல காலமாக "வெள்ளை க்ராஃபைட்" என்றறியப்பட்டிருக்கிறது. எவரும் அதிலிருந்து பென்ஸில் செய்ய முயன்றதில்லை என்பது உண்மை...

வேதியியலறிஞர்கள் போரான் நைட்ரை டைத் தொகுக்க ஒரு செலவில்லாத வழியைக் கண்டு பிடித்தனர். பௌதிக அறிஞர்கள் நூற்று யிரக்கணக்கான டிகிரி வெப்பநிலை, ஆகியவற் றுக்கு அதனை உட்படுத்திப் பரிசோதித்தனர். அவர்கள் பின்பற்றிய தத்துவம் சாதாரண மானதே. "கறுப்பு" க்ராபைட்டை வைரமாக மாற்ற முடியுமாதலால், வைரத்தை ஒத்த ஒரு பொருளை "வெள்ளை"யான அதே போன்ற பொருளிலிருந்து ஏன் பெற முடியாது?

இதன் பலனே, கடினத் தன்மையில் வைரத் தையும் விஞ்சி விடும் போராஸான் [borazon] என்ற பொருள். வழவழப்பான வைரத்தளங்களில் அது கீரல்களை உண்டாக்குகிறது. மேலும், அது இன்னும் அதிக உஷ்ணநிலைகளைத் தாங்குகிறது. போராஸானை எரிப்பது அத்துணை எளிதல்ல.

போராஸான் இன்னும் மிக விலையுள்ளதாக உள்ளது. அதன் விலையைக் குறைக்க முயற்சி தேவைப்படும். ஆனால் அதி முக்கியமான பாகம் ஏற்கெனவே செய்யப்பட்டது. மனிதன் மீண்டும் இயற்கையை விடச் சாமார்த்தியசாலியெனத் தன்னை நிரூபித்து விட்டான்,

...சிறிது காலத்துக்கு முன்னுல் ஜப்பானிய விஞ்ஞானிகள் வைரத்தை விடக் குறிப்பிடத்தக்க அளவு அதிகக் கடினமான பொருளை தயாரிப்பதில் வெற்றி கண்டுள்ளதாக அறிவிக்கப்பட்டது. அவர்கள் மக்னீஸியம் சிலிகேட்டை (மக்னீஸியம், சிலிகான், ஆக்ஸிஜன் கொண்ட ஒரு சேர்மம்) ஒரு சதுர சென்டிமீட்டருக்கு 150 டன்கள் அழுத்தத்திற்கு உட்பாடுத்திஞர்கள். அந்தத் தொகுப்பு பற்றிய விபரங்கள் விளம்பரப்படுத்தப்படவில்லை. ஏன், என்பது நாம் யாவரும் அறிந்ததே. இன்னும் அந்த புதிதாகப் பிறந்த கடினத்தன்மையின் அரசனுக்குப் பெயர் கிடையாது. அதனுல் அது பற்றிப் பரவாயில்லை. பல நூற்றாண்டுகளாக மிகக் கடினமான பொருள்களின் பட்டியலில் கேள்வியின்றி முதலாவதாகத் திகழ்ந்த வைரம், எதிர்காலத்தில் அப்பட்டியலில் மிகவும் பின்னுல் இருக்கும் என்பதே நாம் கவனிக்க வேண்டியது.

முடிவில்லா மூலக்கூறுகள்

ரப்பர் என்பது என்ன என்று ஒவ்வொருவரும் அறிவர். அது பந்துகளாகவும் கால் உறைகளா[galoshes]கவும் உள்ளது. அதுவே ஹாக்கிப் பந்தாகவும், அறுவைச் சிகிச்சை நிபுணரின் கையுறைகளாகவும் உள்ளது. அதுவே தானியங்கிகளின் சக்கரங்கள் [tyres], சுடுநீர் குப்பிகள், தண்ணீர் புகாத மழைச் சட்டைகள், குழாய்களாகவும் இருக்கிறது.

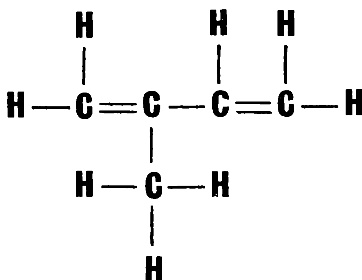
ரப்பரும் ரப்பர் பொருள்களும் தற்போது நூற்றுக்கணக்கான தொழிற்சாலைகள், ஆலைகளில்

செய்யப்படுகின்றன. சில பத்து வருடங்களுக்கு முன் எல்லா ரப்பர் சாமான்களும் இயற்கை ரப்பரிலிருந்து செய்யப்பட்டன. ''கவுட்சுக்'' [caoutchouc] என்னும் சொல் ''ஹிவியாவின் கண்ணீர்'' என்னும் பொருள்படும் ''காவ்-யுசு'' என்ற டுபி மொழிச் சொல்லிலிருந்து வருகிறது. ஹிவியா என்பது ரப்பர் செய்வதற்குப் பயன்படும் பாலை அளிக்கும் மிக முக்கியமான மரங்களில் ஒன்று.

அநேகப் பயனுள்ள பொருள்களை ரப்பரிலிருந்து செய்ய முடியும். அதைத் தயாரித்தல் அதிக உழைப்புத் தேவையான தொழிலாக இருப்பது சரியல்ல. மேலும், ஹிவியா உஷ்ணப் பிரதேசங்களில் தான் வளர்கிறது. இதனாலெல்லாம், இயற்கை ரப்பர் தொழில்களின் தேவையைப் பூர்த்தி செய்ய முடியவில்லை.

இங்கும் வேதியியலே உதவிக்கு வந்தது. எல்லாவற்றுக்கும் முதலாக, ஏன் ரப்பர் இழுபடும் தன்மை உள்ளதாக இருக்கிறது, என்னும் கேள்விக்கு விடையைக் காண வேதியியலறிஞர்கள் முயன்றனர். ''ஹிவியாவின் கண்ணீரை'' பலகாலம் ஆராய்ந்த பின்னர் கடைசியில் அவர்கள் விடையைக் கண்டனர். ரப்பர் மூலக்கூறுகள் மிக விநோதமானவை என்று அது நிரூபித்தது. அவை ஒரே மாதிரியான தொகுப்புகள் [units] மீண்டும், மீண்டும் இணைந்த மிகப் பெரிய நீண்டு சங்கிலிகளைக் கொண்டவை. உண்மையில் பதினைந்தாயிரம் தொகுப்புகள் கொண்ட ஒரு நீண்ட மூலக்கூறு, எல்லா பக்கங்களிலும் வளையக்கூடியதாகும். மீள் சக்தியுடைய அந்தச் சங்கிலியை தொகுக்கும் தொகுப்புகள், ஐசோப்ரீன் C_5H_8

என்னும் அங்ககச் சேர்ம மூலக்கூறுகள் என்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. அதன் குறியீட்டமைப்பு வருமாறு:



ஐஸோப்ரீன், ஒரு விதமான ஆரம்ப இயற்கை மானோமர் [monomer], ஒரு படிகச் சேர்மம் என்று சொல்வது அதிகப் பொருத்தமாயிருக்கும். பாலிமெராக்கும் போது ஐசோப்ரீன் மூலக்கூறு சிறு மாறுதலையடைகிறது. கார்பன் அணுக்களுக் கிடையில் இருக்கும் இரட்டை இணைப்புகள் திறந்து, விடுவிக்கப்பட்ட தளைகள் சிறு தொகுப்புகளை ரப்பரின் ராட்சத மூலக்கூறுகளாக இணைத்து விடுகின்றன.

வெகு காலததுக்கு முன்பே தொகுப்பு முறையில் ரப்பரை உண்டாக்கும் பிரச்சினை விஞ்ஞானிகள், பொறி வல்லுநர்களின் கவனத்தை ஈர்த்தது.

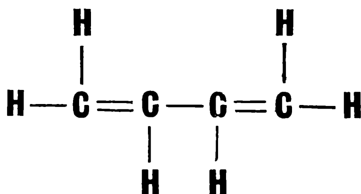
முதற் பார்வையில் அந்த வேலை அதிக ஏமாற்றமளிக்கும் தன்மையினதாகத் தோன்றவில்லை. ஐசோப்ரீனை உண்டாக்கிப் பின் அதன் யூனிட்டுகள் அல்லது தொகுப்புகளை நீண்ட

வளையக்கூடிய செயற்கை ரப்பரின் சங்கிலிகளாகச் செய்ய வேண்டும்.

ஆனால் உண்மை ஏமாற்றமளிப்பதாயிருந்தது. வேதியியலறிஞர்கள் சிறிது சிரமப்பட்டு ஐசோப் ரீனைத் தொகுப்பதில் சிறிது வெற்றியடைந்தனர். ஆனால் அதைப் பாலிமெராக்கும் போது ரப்பர் கிடைக்கவில்லை. அதன் யூனிட்டுகள் ஒன்றுடன் ஒன்று ஒரு குறிப்பிட்ட ஒழுங்கில் அல்லாமல் தாறுமாறாக இணைந்ததினால் செய்கைப் பொருள் கள் விளைந்தன. ஆனால் அவை சிறிதே ரப்பரை ஒத்திருந்தன. பல விதங்களில் அதனின்றும் வேறு பட்டிருந்தன.

எனவே வேதியியலறிஞர்களுக்கு, ஐஸோப் ரீனின் யூனிட்டுகளைச் சரியான முறையில் சங்கி லியாகத் தொடுக்கும் வழிகளைக் கண்டு பிடிக்க வேண்டியிருந்தது.

உலகின் முதல் தொழில் முறைச் செயற் கை ரப்பர் சோவியத் யூனியனில் தயாரிக்கப் பட்டது. கழகத்தினரான எஸ். லெபெதேவ் ப்யூடாடையீன் என்ற வேறு பொருளைச் சங்கிலி யூனிட்டாகத் தேர்ந்தெடுத்தார்:



அது ஐசோப்ரீனை, உட்கலவையிலும் அமைப் பிலும் வெகுவாக ஒத்திருந்தது. ஆனால் அதனை

பாலிமெராக்குதலை ஒழுங்கு படுத்துவது எளிதா யிருந்தது.

தற்போது பல செயற்கை ரப்பர்களை நாம் அறிவோம் (அவை இப்போது இயற்கை ரப்பரிலிருந்து வேறுபடுத்தி அறிவதற்காக எலாஸ்டோமெர்கள் [elastomers] எனப்படுகின்றன).

இயற்கை ரப்பர், அதிலிருந்து செய்யப்பட்ட சாமான்கள் இவை முக்கியமான குறைகளைக் கொண்டவை. உதாரணமாக, அது எண்ணைகளிலும் கொழுப்புகளிலும் அதிகமாக ஊதி விடுகிறது. ஆக்ஸிகரணிகளால் பாதிக்கப்படுவதைச் சிறிதும் தடுப்பதில்லை. முக்கியமாக ஓஜோன் மிகச் சிறிய அளவில் எப்போதும் காற்றுச் சுழலில் இருக்கிறது. இயற்கை ரப்பரினால் செய்யப்பட்ட பொருள்கள் வல்கனைஸ் [vulcanize] செய்யப்பட வேண்டும். அதாவது, கந்தகத்துடன் சேர்த்து அதிக உஷ்ணநிலைக்கு உட்படுத்தப்பட வேண்டும். இவ்வாறுதான் இயற்கை ரப்பர் பரிகாரத்துக் குட்படுத்தப்பட்ட ரப்பர் [cured rubber] அல்லது எபனைட்டாக [ebonite] மாற்றப்படுகிறது. பயன் படுத்தும் போது, தானியங்கிகளின் டயர்கள் போன்ற, இயற்கை ரப்பரினால் செய்யப்பட்ட சாமான்கள் அதிக அளவு உஷ்ணத்தை வெளி விடுகின்றன. இதனால் பழையதாகுதல், வேகமான தேய்மானம் ஆகியவை ஏற்படுகின்றன.

எனவே தான் விஞ்ஞானிகளுக்கு, மேலும் சிறந்த குணநலன்கள் கொண்ட புதிய செயற்கை ரப்பர்களைத் தோற்றுவிக்க வேண்டியிருந்தது. ''புனா'' [Buna] என்ற ரப்பர்களின் குடும்பம் என்று உள்ளது. இப்பெயர் ''ப்யூடாடை



யீன்'', ''நேட்ரியம்'' (சோடியம்) என்ற இரு வார்த்தைகளின் முதல் எழுத்துக்களிலிருந்து வந்தது. பாலிமெராக்கும் வினையில் சோடியம் கிரியா ஊக்கியின் பாகத்தை ஏற்றுள்ளது. இக்குடும்பத்தின் சில எலாஸ்டோமெர்கள் மிகச் சிறந்த தன்மைகள் கொண்டவை. அவை பிரதான

ாக வாகனச் சக்கரங்கள் தயாரிக்கப் பயன்படு கின்றன.

ஐஸோப்யூடீன், ஐஸோப்ரீன் ஆகியவற்றின் கூட்டுப் பாலிமெராதலின் மூலம் உண்டாகும் ப்யூடில் ரப்பர் தனிமுக்கியத்துவம் கொண்டது. முதலாவதாக அது தான் மிகக் குறைந்த விலை யுள்ளது. இரண்டாவதாக, இயற்கை ரப்பருக்கு மாருக, இது ஓஜோனுல் பாதிக்கப்படுவதில்லை. தவிர, தற்போது டயர் குழாய்களின் உற்பத்திக் கும் பயன்படும். ப்யூடில் ரப்பர் வல்கனைஸேட்டு கள் இயற்கை ரப்பரிலிருந்து செய்யப்படும் வல் கனைஸேட்டுகளைப் போல் பத்து மடங்கு காற்று ஊடுருவாத தன்மை கொண்டவை.

தனியான பாலியுரிதேன் ரப்பர்கள் கவனத் திற்குரியன. அவை அதிகப் பலமான இழுபடும் தன்மை கொண்டவை. நலிந்து பழையனவாகி விடுவதில்லை. பாலியுரிதேன் எலாஸ்டோமெர்கள் ஆசனங்களுக்குப் பயன்படும் மெத்தைகளுக்கான நுரை ரப்பர் [foam rubber] செய்ய உபயோகப் படுத்தப்படுகின்றன.

சமீப ஆண்டுகளில், விஞ்ஞானிகள் முன்னர் கனவில் கூடக் காணுத ரப்பர்கள் உண்டாக்கப் பட்டுள்ளன. இவை முதன்மையாக அங்கக-ஸிலி கன், ஃப்ளூரோ-கார்பன் சேர்மங்களை அடிப்படை யாகக் கொண்ட எலாஸ்டோமெர்களாகும். இந்த எலாஸ்டோமெர்களின் வெப்பந்தாங்கும் தன்மை இயற்கை ரப்பரினுடையதைவிட இரு மடங்கு அதிகம். அவை ஓஜோனுல் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஃப்ளூரோ-கார்பன் சேர்மங்களை அடிப்படை யாகக் கொண்ட ரப்பர் அடர் கந்தக, நைட்ரிக்

அமிலங்களின் தாக்குதலைக் கூடச் சமாளித்து விடுகிறது.

இத்துடன் முடியவில்லை; சமீபத்தில் சேர்க்கப் பட்டவை கார்பாக்ஸில் [carboxyl] கொண்ட ரப்பர்கள், அதாவது ப்யூடாடையீன், அங்கக அமிலங்கள் ஆகியவற்றின் கூட்டுப்பாலிமெர்கள். அவை மிக அதிக இழுபடும் தன்மை கொண் டவை.

இதிலிருந்து, இந்தத் துறையிலும் கூட இயற்கையானது, மனிதனுற் செய்யப்பட்ட பொருள்களுக்குத் தன் உயர்ந்த இடத்தை அளித்து விட்டது என்பது தெளிவு.

கடினமான இதயமும் காண்டாமிருகத்தின் தோலும்

அங்கக வேதியியலில் ஹைடிரோகார்பன்கள் எனப்படும் சேர்மங்களின் பிரிவு ஒன்று உள்ளது. அவற்றின் மூலக்கூறுகளில் ஹைடிரஜன், கார் பன் அணுக்களின்றி வேறு எதுவும் இல்லையாதலால் தான் இப்பெயர். அவற்றின் நன்கு அறியப்பட்ட உதாரணமான பிரதிநிதிகள் மீதேனும் (இது இயற்கை வாயுவில் [natural gas] 95% அமை கிறது) பெட்ரோலியமும் ஆகும். பின்னதிலிருந்து பல்வேறுதரப்பட்ட பெட்ரோலும், தேய்வைக் குறைக்கும் எண்ணெய்ப் பசைகளும் வேறு பல வலை மதிப்புள்ள பொருள்களும் தயாரிக்கப்படு கின்றன.

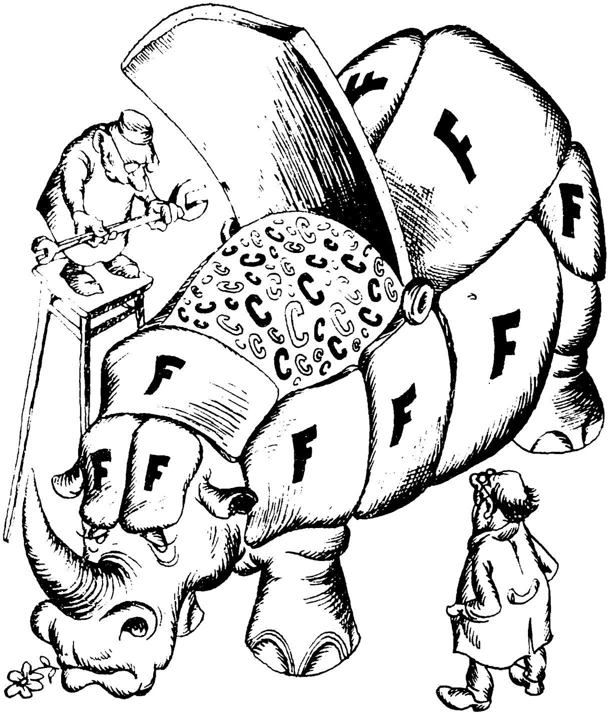
மிக எளிய ஹைடிரோகார்பன், மீதேனை CH_4 எடுத்துக் கொள்ளுங்கள். இப்போது நாம்

பீதேனிலுள்ள ஹைடிரஜன் அணுக்களுக்குப் பதி லாக ஆக்ஸிஜன் அணுக்களை வைத்தால் நமக்கு என்ன கிடைக்கும்? கார்பன் டையாக்ஸைடு CO_2. நாம் கந்தக அணுக்களை வைத்தால்? எளிதில் ஆவியாகும், விஷத்தன்மை பொருந்திய கார்பன் டைசல்பைடு CS_2 என்ற திரவம். எல்லா ஹைட ிரஜன் அணுக்களையும் நீக்கி, குளோரின் அணுக் களை வைத்தால் கார்பன் டெட்ராகுளோரைடு என்ற, நாம் நன்கு அறியும் பொருள் கிடைக் கிறது. ஆனால் குளோரினுக்குப் பதிலாக ஃப்ளூரினை எடுத்துக்கொண்டால்?

முப்பது ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் இக்கேள் விக்குப் புத்திசாலித்தனமாக யாருமே விடை கூறியிருக்க முடியாது. ஆனால் நமது காலத்தில் ஃப்ளூரோகார்பன் சேர்மங்களின் வேதியியல் தற்கெனவே, வேதியியலின் ஒரு தனிக் கிளை யாகவே இருக்கிறது.

பௌதிகத் தன்மைகளில் ஃப்ளூரோகார்பன் கள் கிட்டத்தட்ட ஹைடிரோகார்பன்களை முழுவதுமாக ஒத்தவையேதான். ஆனால் அது அவற்றின் பொதுவான குணங்களைப் பொருத்த வரைதான். ஹைடிரோகார்பன்களுக்கு மாறாக ஃப்ளூரோகார்பன்கள் எளிதில் வினை புரியாத பொருள்கள். மேலும், அவை வெப்பந் தாக்கு பவையாக உள்ளன. எனவே தான் அவை சில சமயங்களில் ''கடினமான இதயமும் காண்டா மிருகத்தின் தோலும்'' உள்ளவை என்று கூறப் படுகின்றன.

ஹைடிரோகார்பன்களுடனும், மற்றவகை கரிமச் சேர்மங்களுடனும் ஒப்பிடும் போது



இவற்றின் ஸ்திரத்தன்மைக்கான காரணத்தை இரசாயன முறையில் விளக்குவது எளிதானதே. ஃப்ளூரின் அணுக்கள், ஹைடிரஜன் அணுக்களை விட மிகப் பெரியவை. எனவே தாங்கள் சூழ்ந்துள்ள கார்பன் அணுக்களை மற்ற வினைபுரியும் அணுக்களால் அடைய முடியாமல் செய்து விடுகின்றன.

மறு பக்கத்தில், அயனிகளாக மாற்றப்பட்ட ஃப்ளூரின் அணுக்கள் தங்கள் எலக்ட்ரான்களை அளிக்க விரும்புவதில்லை. ப்ளூரின் எல்லாவற்றி லும் அதிக வினை புரியும் தன்மை கொண்ட அலோ கம் என்று நாம் அறிவோம். அதன் அயனியை ஆக்ஸிகரணம் செய்யக் கூடிய (அதாவது அதிலி ருந்து ஒரு எலக்ட்ரானை நீக்கக் கூடிய) எந்த அலோகமும் நடைமுறையில் கிடையாது எனலாம். இன்னும் கார்பனுக்கும் கார்பனுக்கும் உள்ள தளையே மிக்க ஸ்திரமானது (வைரத்தை நினை வில் கொள்ளவும்).

அவற்றின் மந்தத்தன்மையின் காரணமாகப் ப்ளூரோகார்பன்கள் பல விதங்களில் பயன்படு கின்றன. உதாரணமாக டெப்லான் [Teflon] எனப்படும் ஃப்ளூரோகார்பன் ரெஸின்கள் 300°C வரை வெப்பத்தைத் தாங்குபவை. கந்தக, நைட் ரிக், ஹைடிரோக்ளோரிக் அமிலங்களாலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. கொதி நிலையிலுள்ள காரங் களையும் எதிர்க்கின்றன. நாமறிந்த எல்லா அங் கக, அனங்கக் கரைப்பான்களிலும் கரைவதில்லை.

ஃப்ளூரோப்ளாஸ்டிக்குகள் [fluoroplastics] சில சமயங்களில் ''அங்ககப் பிளாடினம்'' என் றழைக்கப்படுவதற்கும் காரணமில்லாமல் இல்லை. அவை இரசாயனச் சோதனைச் சாலைக் கலங்கள், பல்வேறு தொழிலக இரசாயனக் கருவிகள், அநேக வகையான காரியங்களுக்குப் பயன்படும் குழாய்கள் முதலியவற்றைச் செய்ய, மிகச் சிறந்த மூலப்பொருள்களாகின்றன. இவ்வுலகில் ப்ளாடி னம் இத்துணை விலையுயர்ந்ததாக இல்லாவிடில், அநேகப் பொருள்கள் ப்ளாடினத்திஞல் செய்யப்

பட்டிருக்கும். ஆனால் ஃப்ளூரோப்ளாஸ்டிக்குகள் விலை குறைவானவை.

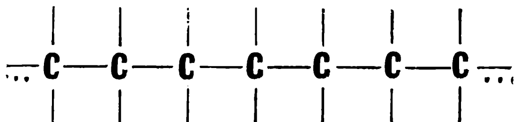
ஃப்ளூரோபிளாஸ்டிக் ஃபிலிம் திரவம் போல் வழுக்கி வந்து தரையின் மேல் விழுந்து விடும். ஃப்ளூரோப்ளாஸ்டிக்கினால் செய்யப்பட்ட உருண்டைகளுக்கு எண்ணெய்ப்பசையே தேவையில்லை. கடைசியாக ஃப்ளூரோப்ளாஸ்டிக்குகள் மிகச் சிறந்த மின் எதிர்ப்பு ஊடகங்களா[dielectrics]கவும், உஷ்ணம் தாங்கு பவையாகவும் உள்ளன. ஃப்ளூரோப்ளாஸ்டிக் காப்பு மேலுறை 400°C, அதாவது ஈயத்தின் உருகு நிலைக்கு மேல், உஷ்ணத்தைத் தாங்க முடியும்.

மனிதனால் செய்யப்பட்ட பொருள்களில் மிகச் சிறந்தவைகளுள் வைக்கப்படும் ஃப்ளூரோப்ளாஸ்டிக்குகள் இத்தகைய தன்மையுள்ளவை.

திரவ ஃப்ளூரோகார்பன்கள் தீப்பற்றுதவை, மிகக் குறைந்த உஷ்ண நிலைகளில் உறைகின்றன. இந்தச் சேர்மங்கள் காளான்கள் [fungi] அல்லது பூச்சிகளால் தாக்கப்படாதவை, அரிக்கப்படாதவை.

கார்பன், சிலிகான் கூட்டுறவு

தனியிடம் பெறத் தகுந்த இரு தனிமங்கள் இயற்கையில் உள்ளன. முதலாவது, கார்பன். உயிர்ப்பொருள்களனைத்தின் ஆதாரமே அதுதான். அதன் தகுதி நியாயமானதே. ஏனெனில் கார்பன் அணுக்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று வலுவுடன் இணைந்த சங்கிலி போன்ற சேர்மங்கள் அமைக்கும் சக்தியுடையவை:



இரண்டாவது சிலிகன். அனங்ககத் தன்மைக்கெல்லாம் அடிப்படை அதுவே. ஆனால் சிலிகன் அணுக்கள் கார்பன் அணுக்களைப் போல் அவ்வளவு நீண்ட சங்கிலிகளை அமைக்க முடியாது. மேலும், இயற்கையில் காணப்படும் சிலிகன் சேர்மங்களின் எண்ணிக்கை, கார்பன் சேர்மங்களினதைவிடச் சிறிய ஆனால் ஏனைய இரசாயனத் தனிமங்களின் சேர்மங்களைவிடச் சிலிகன் சேர்மங்கள் எண்ணிக்கையில் அதிகம்.

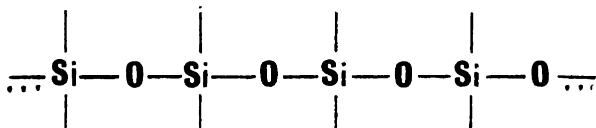
விஞ்ஞானிகள் சிலிகனின் இக்குறையை ''நிவர்த்திக்க'' நிச்சயயித்தனர். சிலிகனும், கார்பன் போலவே, இணையும் திறன் நான்கு கொண்



டது தான். கார்பன் அணுக்களிடையே உள்ள தளை சிலிகன் அணுக்களுக்கிடையே உள்ளதைவிட வலுவானது என்பது உண்மையே, ஆனால் சிலிகன் குறைவாக வினை புரியும் தன்மையால் இதற்கு ஈடு செய்கிறது.

கார்பனுக்குப் பதிலாக, அங்ககச் சேர்மங்களில், சிலிகனைக் கொண்டவற்றை நாம் பெற முடிந்தால், அந்தச் சேர்மங்கள் எத்துணை வியத்தகு தன்மைகள் கொண்டனவாயிருக்கும்!

ஆரம்பத்தில் விஞ்ஞானிகளுக்கு அதிர்ஷ்டம் இல்லை. சிலிகன் அணுக்கள், ஆக்ஸிஜன் அணுக்களுடன் மாறி மாறி (ஒன்று விட்டு ஒன்று) இடம் பெறும் சேர்மங்களை உண்டாக்க முடியும் என்று அவர்கள் நிரூபித்தது உண்மையே:



ஆனால் இச்சேர்மங்கள் ஸ்திரமாயிருக்கவில்லை.

அவர்கள் சிலிகன் அணுக்களைக் கார்பன் அணுக்களுடன் இணைத்து, அங்கக-சிலிகன் சேர்மங்கள் அல்லது சிலிகோன்கள் [silicones] என்றறியப்பட்டுள்ளன. அத்தகைய சேர்மங்கள் அநேக தனிச் சிறப்பான தன்மைகளைக் கொண்டவை. சிலிகோன்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு பற்பல ரெஸின்கள் செய்யப்பட்டு உள்ளன. அவற்றிலிருந்து நீண்ட காலத்துக்கு அதிக உஷ்ணநிலைகளை

தாங்கும் தன்மையுள்ள ப்ளாஸ்டிக்குகள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன.

அங்கக சிலிகன் பாலிமெர்களிலிருந்து செய்த எலாஸ்டோமெர்கள் மிகச் சிறந்த தன்மைகள் கொண்டவை. அவற்றுள் ஒன்று வெப்பம் தாங்கும் தன்மை. சில ரக சிலிகோன் ரப்பர்கள் 350°C வரை ஸ்திரமானவை. இப்போது அத்தகைய ரப்பரிலிருந்து செய்யப்பட்ட டயர் மேலுறையைப் கற்பனை செய்யுங்கள்.

சிலிகோன் ரப்பர்கள் அங்ககக் கரைப்பான்களில் ஊதிப் பருத்து விடுவதில்லை. அவை தற்போது எரி பொருள் போக்குவரத்துக்காகப் பல வகையான பெரிய குழாய்கள் செய்யப் பயன்படுகின்றன.

சில சிலிகோன் திரவங்களும் ரெஸின்களும் ஒரு விரிந்த எல்லைக்குட்பட்ட உஷ்ண நிலைகளில் தங்கள் பிசுபிசுப்புத் தன்மையை மாற்றிக் கொள்ளுவதில்லை. இத்தன்மை அவர்களை உயவும் பொருள்களா[lubricants]க்குகிறது. அவற்றின் குறைந்த ஆவியாகும் தன்மையாலும், உயர்ந்த கொதிநிலையாலும் சிலிகோன் திவரங்கள் அதி-வெற்றிட பம்புகளில் [high-vacuum pumps] விரிவாகப் பயன்படுகின்றன.

அங்கக-சிலிகன் சேர்மங்கள் நீர்புகாத் தன்மை கொண்டவை. இம்மதிப்பிற் சிறந்த தன்மை, நீர் புகாத் துணிகளில் பயன்படுத்தப் படுகிறது. அது மட்டுமல்ல. தண்ணீரானது கல்லையும் தேய்த்து விடும் என்று கூறப்படுகிறது. முக்கியமான கட்டிட நிர்மாணங்களில் செய்யப்பட்ட சோதனைகள், கட்டிட அமைப்புக்கான மூலப்

பொருள்களினுள் அங்கக-சிலிகன் திரவங்களை உட்புகுத்துவது பயனளிக்கும் என்று காண்பித்துள்ளன.

சிலிகோன்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு, பலமான வெப்பம் தாங்கக் கூடிய எனுமல்கள் [enamels] சமீபத்தில் உண்டாக்கப்பட்டுள்ளன. இத்தகைய எனுமல் பூசப்பட்ட தாமிரத்தகடுகள் 800°C உஷ்ணத்தைப் பல மணி நேரங்களுக்குத் தாங்கக் கூடியவை.

இது விநோதமான கார்பன்-சிலிகன் கூட்டுறவின் துவக்கம் தான். ஆனுல் இந்த ''இரட்டை'' இணைப்பு வேதியியலறிஞர்களுக்கு இனிமேலும் திருப்தி அளிப்பதில்லை. அலுமினியம், டைடேனியம் அல்லது போரான் ஆகிய மற்ற தனிமங்களை அங்கக-சிலிகன் சேர்மங்களின் மூலக்கூறுகளுக்குள் புகுத்தும் சிரமமான வேலையை அவர்கள் மேற்கொண்டுள்ளார்கள். இந்தப் பிரச்சினையும் வெற்றிகரமாகத் தீர்க்கப்பட்டு விட்டது. அதன் விளைவு 'பாலி-அங்கக-மெடல்லோ-சிலாக்ஸேன்கள்' [polyorganometallosiloxanes] எனப்படும் முற்றிலும் புதிய வகையான பொருள்களாகும். இந்தப் பாலிமெர்களின் சங்கிலிகள், சிலிகன்-ஆக்ஸிஜன்-அலுமினியம், சிலிகன்-ஆக்ஸிஜன்-டைடேனியம், சிலிகன்-ஆக்ஸிஜன்-போரான் என்ற பல வகையான கணுக்களை கொண்டிருக்கலாம். இத்தகைய பொருள்கள் பல உலோகங்கள், கலப்பு உலோகங்களுடன் போட்டியிடும் படியாக, 500-600°C உஷ்ண நிலைகளில் உருகுகின்றன.

சமீபத்தில் 2000°C வரை உஷ்ணத்தைத்

தாங்கக் கூடிய பாலிமெரை உண்டாக்குவதில் ஜப்பானிய விஞ்ஞானிகள் வெற்றியடைந்துள்ள தாகச் செய்திக் கதிர் வெளிவந்தது. அது தவ றாகவுமிருக்கலாம்; எனினும் அது உண்மைக்கு அதிகத் தொலைவில் இல்லை. ஏனெனில் ''உஷ் ணம் தாங்கும் பாலிமெர்கள்'' என்ற சொற் றொடர், நவீன காலப் பொறியியல் மூலப்பொ ருள்களின் நீண்ட பட்டியலில் கீழே சென்று விடும்.

குறிப்பிடத்தக்க சல்லடைகள்

இந்தச் சல்லடைகள் விநோதமான அமைப்புக் கொண்டவை. அவை பல சுவராஸ்யமான குணங்களைக் கொண்ட மிகப் பெரிய அங்ககக் கூறுகள். முதலில், வேறு பல ப்ளாஸ்டிக்குகளைப் போல நீரிலும், அங்ககக் கரைப்பான்களிலும் அவை கரைவதில்லை. இரண்டாவதாக, அவை 'அயனி உற்பத்திப் பகுதிகள்' [ionogenic groups], அதாவது வெவ்வேறு வகையான அயனிகளை ஒரு கரைப்பானில், குறிப்பாக நீரில், உண்டாக்கக் கூடிய பகுதிகள் என்பனவற்றைத் தம்முள் கொண் டவை. எனவே இச்சேர்மங்கள் 'மின் ஊடகங் கள்' [electrolytes] என்ற பகுதியில் வைக்கப்பட லாம்.

அவற்றில் உள்ள ஹைடிரஜன் அயனிகளி னிடத்தில் வேறு உலோகத்தை வைக்கலாம். இம் முறைக்கு 'அயனி மாற்றம்' [ion exchange] எனப் பெயர்.

அதனால் இந்தத் தனிப்பட்ட சேர்மங்கள் 'அயனி மாற்றிகள்' எனப்படும். நேர் மின் அயனி

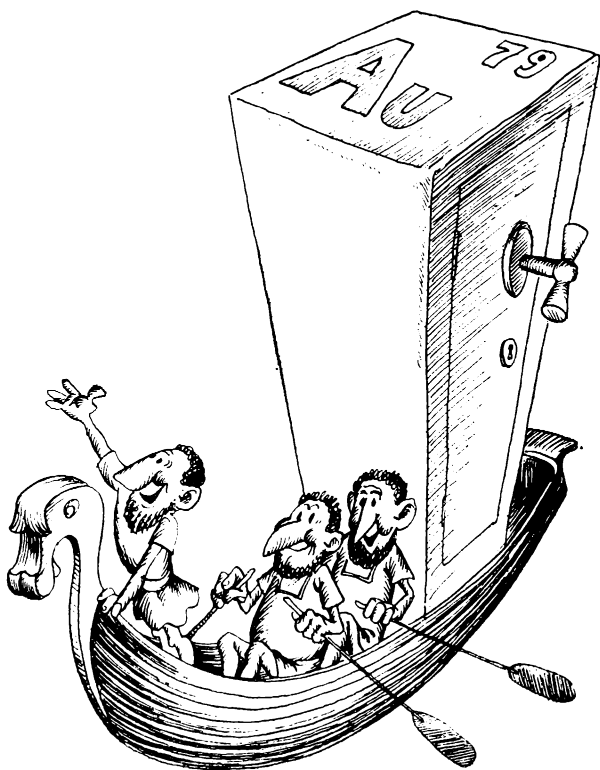
களுடன் வினை புரியக் கூடிய நேர் மின்னேற்றம் கொண்ட அயனிகளுக்கு 'நேர் மின் அயனி மாற்றிகள்' [cation exchangers] என்றும், எதிர் மின்னேற்றம் கொண்ட அயனிகளுடன் வினை புரியவைகளுக்கு 'எதிர் மின் அணனி மாற்றிகள்' [anion exchangers] என்றும் பெயர். முப்பத்தாம் ஆண்டுகளில் முதல் அயனி மாற்றிகள் தொகுக்கப்பட்டன. உடனேயே பரவலாக மதிப்புப் பெற்றுவிட்டன. இதில் ஆச்சரியம் இல்லை. ஏனெனில் அயனி மாற்றிகளின் உதவியால் கடின நீரை மென்னீராகவும், உப்பு நீரை நன்னீராகவும் மாற்றலாம்.

இரண்டு தம்பங்களைக் கற்பனை செய்து கொள்ளுங்கள். ஒன்று நேர் மின் அயனி மாற்றியாலும், மற்றது எதிர் மின் அயனி மாற்றியாலும் நிரப்பப்பட்டது. நாம் சாதாரண உப்பு உள்ள நீரைச் சுத்திகரிக்க விரும்புவதாக வைத்துக் கொள்ளவும். முதலில் நாம் அந்த நீரை, நேர் மின் அயனி மாற்றியின் வழியாகச் செலுத்துவோம். அதில் சோடியம் அயனிகள் யாவும் ஹைடிரஜன் அயனிகளால் இடம் மாற்றப்படுகின்றன. அதனால் சோடியம் குளோரைடுக்குப் பதிலாக நாம் எடுத்துக் கொண்ட நீர் ஹைடிரோக்குளோரிக் அமிலம் கொண்டதாக இருக்கும். பிறகு நாம் அந்த நீரை எதிர் மின் அயனிகளாக மாற்றி வழியாகச் செலுத்துகிறோம். அதில் உள்ள இடம் மாறக் கூடிய நேர் மின் அயனிகள், ஹைடிராக்ஸில் அயனிகளாக இருந்தால், கரைசலில் உள்ள எல்லாக்குளோரைடு அயனிகளும், ஹைடிராக்ஸில் அயனிகளால் இடம் மாற்றப்படும். ஹைடிராக்ஸில்

அயனிகள் உடனேயே விடுதலை பெற்ற ஹைடிர ஜன் அயனிகளுடன் தண்ணீர் மூலக்கூறுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. முதலில் சோடியம் க்ளோ ரைடு கரைந்திருந்த நீரை, அயனி மாற்றத் தம்பங்களின் வழியாகச் செலுத்தி, அதிலிருக்கும் தாது உப்பை நீக்கி விடலாம். இவ்வாறு கிடைக் கும் நீர் மிகத் தரமான காய்ச்சி வடித்த [distill-ed] நீரை விடக் குணங்களில் மட்டமானதல்ல.

ஆனால், நீரின் தாதுவை நீக்குதல் மட்டும் இந்த அயனி மாற்றிகளைப் பிரபலப்படுத்தவில்லை. அயனி மாற்றிகள் வெவ்வேறு அடர்த்திகளில் நிறுத்தி வைத்துக் கொள்கின்றன. லிதியம் அய னிகள் ஹைடிரஜன் அயனிகளை விட அதிக வலு வுடனும், பொட்டாஷியம் அயனிகள் சோடியம் அயனிகளை விட அதிக வலுவுடனும் பிடித்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. அயனி மாற்றிகள் உலோ கங்களைப் பிரிக்க ஒரு எளிதான வழியை அளித் தன. தற்போது அயனி மாற்றிகள் தொழில் துறையின் பல்வேறு கிளைகளில் முக்கியமான பாக மேற்றிருக்கின்றன. உதாரணமாக, நீண்ட காலமாக புகைப்பட ஆய்வகங்களில், கழி விலிருந்து மதிப்புள்ள வெள்ளியைச் சேகரிக்கச் சரியான முறை எதுவும் இல்லை. இந்த முக்கிய மான பிரச்சினை அயனி மாற்றி வடிகட்டிகளின் [filters] உதவியால் தீர்க்கப்பட்டது.

அயனி மாற்றிகளைக் கடல் நீரிலிருந்து விலை மதிப்புள்ள உலோகங்களைப் பிரித்து எடுக்கப் பயன்படுத்த மனிதனால் இயலுமா? முடியும் என் பதே இதற்கு விடை. கடல் நீரில் பற்பல உப்பு கள் இருந்தாலும், அதிலிருந்து உயர்ந்த உலோ



கங்களை மீட்பது அண்மையில் செய்யப்படக் கூடியதே.

இப்போது, கடல் நீர் மின் அயனி மாற்றி யினூடே செலுத்தப்படும் போது, அதிலிருக்கும் உப்புக்கள், அயனி மாற்றியின் மேல், சிறிதளவே யுள்ள உயர்ந்த உலோகங்கள் படிவதைத் தடுத்து

விடுகின்றன. எனினும், சமீபத்தில் எலக்ட்ரான் மாற்ற ரெஸின்கள் [electron-exchange resins] என்னும் புதிய வகை ரெஸின்கள் தொகுக்கப்பட்டன. இவை தங்கள் அயனிகளைக் கரைசலில் உள்ள உலோக அயனிகளுடன் இடம் மாற்றிக் கொள்வதோடு மட்டுமன்றி, அவற்றை வேருக்கி விடுகின்றன. இத்தகைய ரெஸின்களின் ஊடே வெள்ளி இருக்கும் கரைசலைச் செலுத்தினுல், வெள்ளி அயனிகளை விட வெள்ளி உலோகமாகவே அந்த ரெஸின் மேல் விரைவிலேயே படிய ஆரம்பிக்கிறது. அதன் குணங்கள் நீண்ட நேரத்திற்குத் தொடர்ந்து இருக்கின்றன. இவ்வாறு அயனி மாற்றியின் ஊடே உப்புக்களின் கலவை ஒன்றைச் செலுத்தினுல், அதிவிரைவில் வெளிவிடப்படும் அயனிகளைச் சுத்தமான உலோக அணுக்களாக மாற்றிவிட முடியும்.

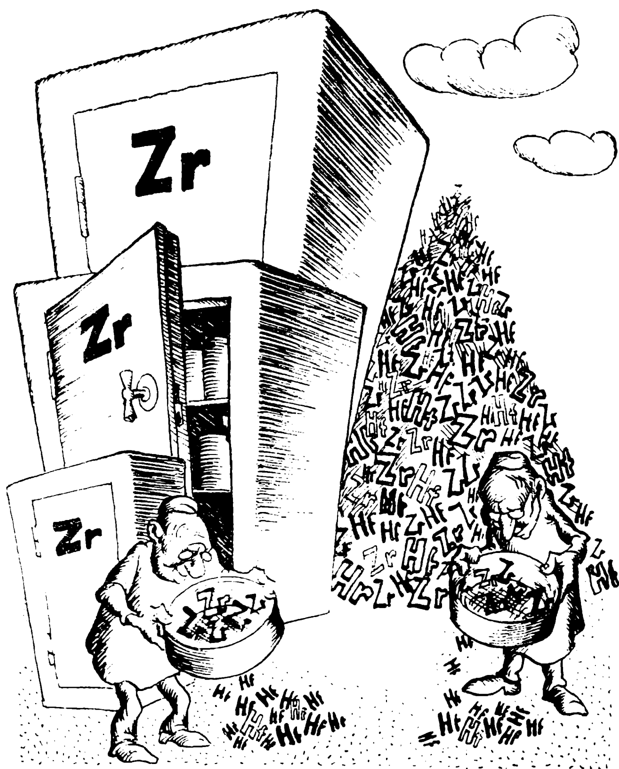
இரசாயனச் சாமணங்கள்

ஒரு பழைய விகடத் துணுக்கின்படி, ஒரு பாலைவனத்தில் சிங்கங்களை பிடிப்பதை விட எளிதானது ஒன்றுமில்லை. பாலைவனங்கள் மணலையும் சிங்கங்களையும் கொண்டிருப்பதால், ஒருவர் செய்ய வேண்டியதெல்லாம் பாலைவனத்தையே ஒரு சல்லடையால் சலிப்பது தான். சிங்கங்களைச் சல்லடையில் தங்க விட்டுத் துளைகள் வழியாக மணல் விழுந்து விடும்!

ஆனுல், ஒரு மதிப்புள்ள இரசாயனத் தனிமம், பயனற்ற வேறு பற்பல தனிமங்களுடன் கலந்திருக்கும் போது என்ன செய்ய வேண்டும்?

அல்லது மிகச் சிறிதளவே உள்ள பொருள்களிலிருந்து அதில் கலந்துள்ள தீங்கிழைக்கும் அசுத்தத்தை நீக்க வேண்டுமெனில் என்ன செய்ய வேண்டும்?

இந்தப் பிரச்சினை அரிதானது ஒன்றுமல்ல. அணுவுலைக் கலங்களை அமைக்கப் பயன்படும் ஜிர்கோனியத்தில் உள்ள ஹாப்னியத்தின் அளவு,



ஒரு சதவீதத்தின் பத்தாயிரத்தில் சில பாகங்களுக்கு மேல் இருக்கக் கூடாது. ஆனால் சாதாரண ஜெர்கோனியத்தில் அதன் அளவு ஒரு சதவீதத்தில் பத்தில் இரண்டு பாகங்கள்.

ஹாப்னியமும் ஜெர்கோனியமும் இரசாயன குணங்களில் மிகவும் ஒத்திருக்கின்றதனால் சாதாரண முறைகள் பயனற்றவை. நாம் இப்போது தான் கவனித்த சிறந்த இரசாயனச் சல்லடைகூடச் சக்தியற்றது. எனினும் ஜெர்கோனியம் மிகவும் சுத்தமாக இருந்தாக வேண்டும்...

நெடுங்காலமாக வேதியியலறிஞர்கள் ''ஒரு திரவத்தில் அதனை ஒத்த பொருள் கரையும்'' என்ற எளிய கொள்கையைப் பின்பற்றியுள்ளனர். அனங்ககப் பொருள்கள் அனங்ககக் கரைப்பான்களிலும், அங்ககப் பொருள்கள் அங்ககக் கரைப்பான்களிலும் இலகுவாகக் கரைகின்றன. தாது அமிலங்களின் உப்புக்கள் நீரிலும், நீரற்ற ஃப்ளூரிக் அமிலத்திலும், திரவ ஹைட்ரோசயனிக்(ப்ருஸிக்) அமிலத்திலும் நன்கு கரைகின்றன. அநேக அங்ககப் பொருள்கள் பெனிஸீன், அசிடோன், க்ளோரோஃபார்ம், கார்பன் டைசல்பைடு இன்னும் பல அங்ககக் கரைப்பான்களில் சற்று இலகுவாகக் கரைகின்றன.

ஆனால் அங்கக, அனங்ககச் சேர்மங்களுக்கு இடையே உள்ள பொருளைப் பற்றி என்ன? அது எப்படி நடந்து கொள்ளும்? வேதியியல் அறிஞர்களுக்கு அதிகமாகவோ, குறைவாகவோ அத்தகைய சேர்மங்களைப் பற்றித் தெரியும். உதாரணமாக, க்ளோரோஃபில் (பச்சை இலைகளின் நிறப் பொருள்) மக்னீஸிய அணுக்களைக் கொண்ட

அங்ககச் சேர்மம். இயற்கையில் காணப்படாத மிகப் பல அங்கக உலோகச் சேர்மங்கள் செயற்கையாகத் தொகுக்கப்பட்டு உள்ளன. அவற்றுள் பல அங்ககக் கரைப்பான்களில் கரைந்து விடுபவை. அவற்றில் கரையுமளவு அவற்றிலுள்ள உலோகத்தைப் பொருத்தது.

இதனைத் தங்களுக்குச் சாதகமாக்கிக் கொள்ள வேதியியலறிஞர்கள் நிச்சயித்தனர்.

அணுவினைக் கலங்களை இயக்கும் போது, அழுக்குகளின் அளவு (யுரேனியச் சிதைவுத் துகள்கள்) அநேகமாக ஒரு சதவீதத்தின் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்குக்கு மேல் இருப்பதில்லை என்றாலும், அவ்வப்போது செலவழித்த யுரேனியக் கசடுகளை [spent uranium slugs] மாற்ற வேண்டிய அவசியம் ஏற்படுகிறது. இக்கசடுகள் முதலில் நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைக்கப்படுகின்றன. யுரேனியமும், அணுக் கரு மாற்றத்தினால் தோன்றிய மற்ற உலோகங்களும் நைட்ரேட்டுகளாகின்றன. ஸெனன், அயோடின் போன்ற சில அடுக்குகள் தாமாகவே வாயுக்களாகவோ, ஆவியாகவோ வெளி வருகின்றன. தகரம் போன்ற ஏனையவை அடிக்கசடில் தங்கிவிடும்.

இன்னும் கிடைக்கும் கரைசல் யுரேனியத்தைத் தவிர, குறிப்பாக ப்ளூடோனியம், நெப்ட்யூனியம், அபூர்வமண் உலோகங்கள், டெக்னீஷியம் இதர சில அசுத்தங்களையும் கொண்டது. இங்கு தான் அங்ககப் பொருள்கள் வருகின்றன. அசுத்தங்கள் அடங்கிய யுரேனியக் கரைசல் ட்ரைப்யூடில் ஃபாஸ்ஃபேட் என்ற அங்ககப் பொருளின் கரைசலுடன் கலக்கப்படுகிறது. கிட்டத்

தட்ட எல்லா யுரேனியமும் அங்ககப் பிரிவுக்குச் சென்று விட அசுத்தங்கள் நைட்ரிக் அமிலக் கரைசலில் தங்கி விடுகின்றன.

இந்தச் செய்முறை சாரம் எடுத்தல்[extraction] எனப்படும். இரு முறை சாரம் எடுத்த பின் யுரேனியம் அழுக்குகளிலிருந்து பெரும்பாலும் விடுபடுகிறது. மீண்டும் யுரேனிய ஸ்லக்குகள் செய்யப் பயன்படுகிறது. இவ்விதம் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட அழுக்குகள் பின்னர் முக்கியமாக ப்ளூடோனியத்தையும், வேறு சில கதிர் வீச்சுக் கொண்ட ஐஸோடோப்புக்களையும் மீண்டும் பெறுவதற்காகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

ஜெர்கோனியமும் ஹாப்னியமும் இது போன்ற ஒரு முறையில் பிரிக்கப்படலாம்.

சாரம் எடுத்தல் முறை பொறியியலில் தற்போது பயன்படுகிறது. அனங்ககச் சேர்மங்களை மட்டுமல்ல, பல அங்ககச் சேர்மங்களையும், குறிப்பாக வைட்டமின்கள், கொழுப்புகள், அல்கலாய்டுகள் ஆகியவற்றையும் சுத்திகரிக்க உதவுகிறது.

வெள்ளை ஆடையில் வேதியியல்

ஒரு வேதியியலறிஞருக்கு யோஹான் பொம்பாஸ்டஸ் தியோஃப்ரோஸ்டஸ் பாராசெல்ஸஸ் ஃபான் ஹோஹென்ஹைம் என்ற மிகப் பெரிய பெயர். பாராசெல்ஸஸ் என்பது அவரது தகப்பன் பெயரல்ல. ஆனால் ''செல்ஸியஸைவிடச் சிறந்த'' என்ற பொருள் படும் செல்லப் பெயர். அவர் ஒரு சிறந்த வேதியியல் அறிஞர். அது மட்டுமன்றி, அவர் ஒரு மருத்துவராகவும் இருந்

தமையால் வியாதியை குணமாக்குவதில் அவர் மந்திரவாதி எனவும் சொல்லப்பட்டது.

வேதியியல், மருத்துவம் இரண்டின் இணைப்பு மத்திய காலத்தில் ஸ்திரப்படுத்தப்பட்டது. வேதியியல் அப்போது அறிவியலாக அழைக்கப்படும் உரிமையை இன்னும் பெறவில்லை. அதன் கருத்துக்கள் தெளிவின்றி இருந்தன. அதன் முயற்சிகள் பிரசித்தி பெற்ற 'வேதாந்தியின் கல்லைத்' தேடும் வீணான முயற்சியில் சிதறுண்டு போயின.

ஆனால் புரியாத மாயையின் வலைகளிடையே தட்டுத் தடுமாறிக் கொண்டிருக்கையிலே, வேதியியலறிஞர்கள் தீவிரமான வியாதிகளைக் குணப்படுத்த அறிந்தனர். இவ்வாறு தான் மருத்துவ வேதியியல் பிறந்தது. 16, 17, 18ஆம் நூற்றாண்டுகளில் பல வேதியியலறிஞர்கள், அவர்கள் பல்வேறு நோய் தீர்க்கும் மருந்துகளைத் தயாரித்தது, சுத்தமான இரசாயனமேயாயினும், மருத்துவர், மருந்து வியாபாரிகள் என்றே அழைக்கப்பட்டனர். அவர்கள் அவைகளை நிச்சயமற்ற முறைகளில் செய்தார்கள். மேலும் அவர்களுடைய ''மருந்துகள்'' எப்போதுமே நோயாளிகளுக்கு நன்மையளிப்பனவாகவே இருக்கவில்லை என்பது உண்மையே.

பாராசெல்ஸஸ் எல்லோரிலும் முதன்மையான ''மருந்துக் கடைக்காரர்''. அவரது மருந்துகளின் பட்டியலில் பாதரஸ, கந்தகக் களிம்புகளும் (அக்களிம்புகள் இன்று வரை தோல் வியாதிக்கு மருந்தாகப் பயன்படுகின்றன), இரும்பு, ஆண்டிமனி உப்புகளும், பல்வேறு தாவர ரஸங்களும் இருந்தன.

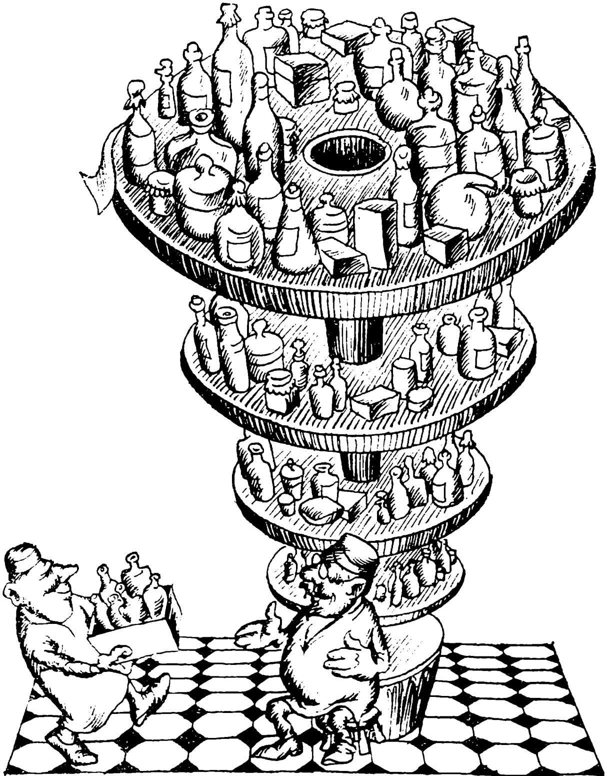
முதலில் வேதியியல் வைத்தியர்களுக்கு இயற்கையில் காணப்பட்ட பொருள்களையே அளிக்க வல்லதாயிருந்தது. அவையும் மிகக் குறைவே. ஆனால் இதனுடன் மருத்துவம் திருப்தியடைய முடியாது.

நவீன மருந்துக் கைப்புத்தகத்தில், மருந்துகளில் 25% மட்டுமே இயற்கையின் தயாரிப்புகள் எனலாம். அவற்றில் பல்வேறு தாவரங்களிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்ட திரவங்கள், கஷாயங்கள், நீரில் ஊறக் கரைந்த சாரங்கள் ஆகியவை அடங்கும். ஏனைய அனைத்தும் இயற்கை அறியாத தொகுப்பு முறையில் செய்யப்பட்ட பொருள்கள்.

முதல் தொகுப்பு மருந்து 100 ஆண்டுகளுக்கு முன் தயாரிக்கப்பட்டது. சாலிஸிலிக் அமிலம் வாதநோயைத் தீர்க்கும் குணங்கள் கொண்டதென்று, நீண்ட காலத்திற்கு முன்பிருந்தே அறியப்பட்டது. ஆனால் தாவர மூலப்பொருள்களிலிருந்து அதனைத் தயாரிப்பது மிகவும் கடினமானது; அதிகச் செலவும் ஆகும். 1874ல் தான் பீனாலிலிருந்து சாலிஸிலிக் அமிலத்தைத் தயாரிக்க ஒரு எளிதான முறை உண்டாக்கப்பட்டது.

இந்த அமிலம் தற்போது அநேக மருந்துகள் தயாரிப்பிற்கு அடிப்படையாக உள்ளது. அவற்றில் நாம் மிகவும் அறிந்தவைகளுள் ஆஸ்பிரினும் ஒன்று. ஒரு மருந்தின் ''ஜீவிய காலம்'' குறுகியதே என்பது நியதி. பழைய மருந்துகளின் இடத்தில், அவற்றைவிடக் குற்றமற்றவையும், பல்வேறு நோய்களைக் குணப்படுத்துவதற்குத்

தக்கவாறு மாற்றப்பட்டவையுமான புதிய மருந்துகள் வந்து விடுகின்றன. இந்த விதத்தில் விநோதமான விதி விலக்கு ஆஸ்பிரின். அது ஒவ்வொரு ஆண்டும், முன்னர் அறியப்படாத சிறந்த தன்மைகளைப் புதிதாக வெளிப்படுத்துகிறது. ஆஸ்பிரினை இனியும் காய்ச்சலைக் குறைக்கக் கூடிய



வலி நிவாரணி என்று மட்டும் கருத முடியாது. அது இன்னும் விரிவான பயன்கள் கொண்டது.

யாவரும் அறிந்த இன்னொரு மிகப் ''பழைய'' மருந்து பைராமிடான் [pyramidon] (பிறந்த தேதி 1896).

இப்போதெல்லாம் வேதியியலறிஞர்கள் நாள் தோறும், எல்லா விதமான நோய்களையும் குணப்படுத்துவதற்கான, பல வகைப்பட்ட தன்மைகளைக் கொண்ட மருந்துகளைத் தொகுப்பு முறையில் செய்கிறார்கள். வலி நிவாரணிகளிலிருந்து, மனோவியாதியைப் போக்குபவை வரை அம்மருந்துகள் உள்ளன.

மனிதருக்குள்ள நோயைக் குணப்படுத்துவதை விட மேலான வேலை வேதியியல் அறிஞர்களுக்கு வேறு இருக்க முடியாது. ஆனால் அதைவிடக் கடினமானதும் இருக்க முடியாது.

பல ஆண்டுகளாகப் பால் எர்லிஹ் என்ற ஜெர்மன் வேதியியலறிஞர் தூங்கும் வியாதி [sleeping sickness] என்ற பயங்கர நோய்க்கு மருந்தைத் தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்க முயன்று வந்தார். ஒவ்வொரு தொகுப்புச் சோதனையும் ஏதேனும் வெற்றி கண்டது. ஆனால் எர்லிஹுக்கு திருப்தி ஏற்படவில்லை. 606வது முயற்சியில் தான் சால்வார்ஸான் [salvarsan] என்றழைக்கப்பட்ட பயனுள்ள மருந்தைப் பெறுவதில் வெற்றி அடைந்தார். அதனால் பத்தாயிரக் கணக்கான மக்கள் தூங்கும் வியாதியிலிருந்து மட்டுமல்ல, இன்னொரு ஊடுருவிப் பரவும் சிஃபிலிஸ் என்னும் நோயினின்றும் குணமடைந்தனர். மேலும் அவரது 914வது முயற்சியில் நியோசால்வார்

ஸான் [neosalvarsan] என்ற இன்னும் அதிக சக்தி வாய்ந்த மருந்தை அடைந்தார்.

சோதனைக் குடுவையிலிருந்து, மருந்துக் கடைக்காரரின் கடை வாயில் வரை ஒரு மருந்து அதிகத் தூரம் செல்ல வேண்டியிருக்கிறது. மருத்துவ விதி, ''ஒரு மருந்து எல்லா வகைகளிலும் பரிசோதிக்கப்பட்டு மீண்டும் சரி பார்க்கப்படும் வரை, அது உபயோகத்திற்குகந்ததென சிபாரிசு செய்யப்படக் கூடாது,'' என்கிறது. இவ்விதியைப் பின் பற்ருவிடில் துக்ககரமான சம்பவங்கள் நிகழும். சில காலத்திற்கு முன்னர் மேற்கு ஜெர்மானிய மருந்துக் கம்பெனி தாலிடோமைடு [thalidomide] என்ற புதிய தூக்க மருந்தொன்றை விளம்பரப்படுத்தியது. அது முற்றிய தூக்கமின்மையினுல் கஷ்டப்படும் ஒருவரை விரைவில் ஆழ்ந்த தூக்கத்திலாழ்த்தக் கூடிய ஒரு சிறிய வெள்ளை மாத்திரை. ஆனுல் கருவிலிருந்த குழந்தைகளுக்கு அது பயங்கர விரோதியெனத் தெளிவாயிற்று. பத்தாயிரக்கணக்கான அசாதாரணப் பிறவிகள் [freaks] பிறந்தன. கவனமாகச் சரி பார்க்காமல் ஒரு மருந்தை விற்பனைக்கு விட்டதன் பலன் இத்தகையது.

எனவே தான் வேதியியலறிஞர்களும் மருத்துவர்களும், ஒரு குறிப்பிட்ட மருந்து இன்னின்ன நோய்களுக்கு மருந்தாகும் என்பதை அறிவது மட்டுமன்றி, அது எவ்விதம் வேலை செய்கிறது, அந்த நோயுடன் அது போரிடும் நுணுக்கமான இரசாயன முறை ஆகியவற்றைப் பற்றியும் நல்ல அறிவும் கூட வேண்டும்.

இங்கு ஒரு சிறிய உதாரணம். பார்பிடுரிக்

அமிலம் என்பதிலிருந்து கிடைக்கும் சேர்மங்கள் அடிக்கடி தற்போது தூக்க மாத்திரகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த அமிலம் கார்பன், ஹைடிரஜன், நைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன் அணுக்கள் இணைந்த ஒரு சேர்மம். தவிர, அதன் கார்பன் அணுக்களில் ஒன்றுடன், இரண்டு ஆல்கைல் தொகுதிகள் இணைந்துள்ளன. இவை தங்கள் ஹைடிரஜன் அணுக்களில் ஒன்றை இழந்து, ஹைடிரோகார்பன் மூலக்கூறுகளாகும். இப்போது வேதியியல் அறிஞர்கள் பார்பிடுரிக் அமிலம், தன் ஆல்கைல் தொகுதியில் 4 கார்பன் அணுக்களை விடக் குறைவின்றி இருந்தால் தான், தூக்கம் உண்டாக்கும் என்றும், இந்தக் கார்பன் அணுக்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாக ஆக, அதன் செயல் நீடித்ததாகவும், விரைவானதாகவும் இருக்குமெனவும் கண்டு பிடித்துள்ளனர்.

விஞ்ஞானிகள் நோய்களின் தன்மையை ஊடுருவி, ஆழ்ந்து நோக்க வேதியியலறிஞர்களால் செய்யப்படும் ஆராய்ச்சிகளும் இன்னும் தீவிரமாகின்றன. மேலும், மருந்து இயலின் வேலை முன்பெல்லாம் பல்வேறு மருந்துகளைத் தயாரித்தலும், பல தரப்பட்ட நோய்களைக் குணப்படுத்துவதில் அவற்றின் பயனை எடுத்துக் கூறுதலுமாக இருந்தது. இப்போது அது தவறில்லாத சரியான விஞ்ஞானமாகிக் கொண்டே வருகிறது. தற்காலத்திய மருந்தியல் நிபுணன் ஒருவனே வேதியியல் அறிஞனாகவும், உயிர் வேதியியல் நிபுணனாகவும் இருக்க வேண்டும். ஏனெனில் மீண்டும் தாலிடோமைடினால் ஏற்பட்டது போன்ற துர்ச் சம்பவங்கள் நிகழக் கூடாது.

மருந்துகளைத் தொகுப்பு முறையில் தயாரித்தல் என்பது வேதி இயலறிஞர்களாகிய புதிய இயற்கையின் படைப்பாளர்களின் முக்கிய சாதனைகளில் ஒன்று.

...நமது நூற்றுண்டின் திருப்பத்தில் வேதியியல் அறிஞர்கள் புதிய சாயங்களின் தயாரிப்பில் மிகுந்த ஊக்கம் காட்டினர். அவர்கள் பயன்படுத்திய தொடக்கப் பொருள் சல்ஃபானிலிக் அமிலம். அதன் மூலக்கூறு அதிக "வளையுந் தன்மை" கொண்டது. அதாவது பல வகைகளில் மாற்றி அமைக்கப்பட வல்லது. எனவே, சிற்சில சூழ்நிலைகளில் சல்ஃபானிலிக் அமிலத்தின்மூலக்கூறு ஒரு விலை மதிப்பு பெற்ற சாயமாக மாற்றப்பட முடியும் என்று வேதியியலறிஞர்கள் விளக்கினர்.

சரியாக நிகழ்ந்தது அதுவே. ஆனால் 1935 வரை தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட சல்ஃபானிலிக் சாயங்கள் அதே சமாயத்தில் சக்தி வாய்ந்த மருந்துகளுமாகும் என்று எவருக்குமே தோன்றவில்லை. சாயங்களைத் தேடுதல் பின்னணியில் தேய்ந்து மறைந்தன. வேதியியலறிஞர்கள், சல்ஃபானமைடுகள் [sulphonamides] என்ற பொதுப் பெயரைப் பெற்ற புதிய மருந்துகளின் வேட்டையைத் துவக்கினர். சில சாதாரணமான சல்ஃபானமைடுகள்: சல்ஃபாபைரிடின், ஸ்ட்ரெப்டோஸிட், சல்ஃபாமெதில்-தயாஸோல், சல்ஃபாமெஸதின் என்பவை. சல்ஃபானமைடுகள், பாக்டீரியா எதிர்ப்புச் சேர்மங்களின் மிக முக்கிய பகுதிகளில் ஒன்று.

...தென் அமெரிக்க இந்தியர்கள்,

ஸ்ட்ரிக்னூஸ் டாக்ஸிஃபெரா [Strychnos toxifera] என்ற காட்டுக் கொடியிலிருந்து குராரெ எனப்படும் கொடிய அம்பு விஷத்தை செய்து வந்தனர். அதில் தோய்தெடுக்கப்பட்ட ஒரு அம்பு விரோதியின் மீது பாய்ந்த கணத்திலேயே மரணம் விளைவிக்கும்.

ஏன்? இக்கேள்விக்கு விடையிறுக்க, வேதியியலறிஞர் அவ்விஷத்தின் இரகசியத்தை நன்கு ஊடுருவிப் பார்க்க வேண்டியிருந்தது.

குராரெவின் பிரதம வினை புரியும் காரணம் ட்யுபோகுராரீன் [tubocurarine] என்ற ஆல்கலாய்டு என்று அவர்கள் கண்டனர். அது உயிர்ப்பிராணியினுட் சென்று விட்டால், தசைகள் சுருங்கும் தன்மையை இழந்து, அசைவற்று விடுகின்றன. மூச்சு விட இயலாமல் மரணம் சம்பவிக்கிறது.



எனினும், சில சூழ்நிலைகளில் இந்த விஷம் நன்மை பயக்கக் கூடியதாகலாம். அறுவைச் சிகிச்சை நிபுணர்களால், சில சிக்கலான அறுவைச் சிகிச்சைகள் நிறைவேற்ற அது பயன்படுத்தப் படாலாம். உதாரணமாக, இருதய அறுவைச் சிகிச்சையின் போது, உயிர்ப் பிராணியைச் செயற்கைச் சுவாசத்திற்கு மாற்றுகையில், சுவாச உறுப்பின் தசைகளை விரிவடையச் செய்ய அது பயன்படுகிறது. இவ்வாறு ஒரு பயங்கர விரோதி நண்பனாகி விட்டான். ட்யுபோகுராரீன் மருத்துவச் செய்முறையில் பயனுக்கு வந்து கொண்டிருக்கிறது.

ஆனால் அது இன்னமும் மிக விலையுயர்ந்ததாக இருக்கிறது. விலை குறைந்ததும், அதை விட அதிக அளவில் கிடைக்கக் கூடியதுமான தயாரிப்பு தேவைப்படுகிறது.

மீண்டுமொருமுறை வேதியியலறிஞர்கள் சம்மதத்துடன் உள்ளே வந்தனர். அவர்கள் ட்யுபோகுராரீன் மூலக்கூறை எல்லாக் கோணங்களிலிருந்தும் ஆராய்ந்தார்கள்; அதைப் பல வகைகளிலும் உடைத்துப் பிரித்து கிடைத்த ''துணுக்குகளை'' ஆராய்ந்தனர். படிப்படியாக அவர்கள் அந்தப் பொருளின் இரசாயன உள்ளமைப்புக்கும், மனித உடலில் அது வினை புரியும் தன்மைக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பை அறிவித்தனர். அதன் செயலுக்குக் காரணம் நேர் மின்னேற்றம் கொண்ட நைட்ரஜன் அணுக்களைக் கொண்ட சில தொகுதிகளென்றும், இந்தத் தொகுதிகளுக்கிடையே நிச்சயமான குறிப்பிட்ட தூரம் இருக்க வேண்டும் என்றும் அவர்கள் கண்டனர்.

இப்போது வேதியியலறிஞர்கள் இயற்கையைப் பின்பற்றி அதை விடச் சிறப்பாகச் செய்யும் கடினமான முறையில் இறங்கினர். முதலில் அவர்கள் ட்யுபோகுராரீனை விடக் குறையாத வீர்யம் கொண்ட ஒரு பொருளைத் தயாரித்துப் பின்னர் அதனைச் சீர்திருத்தினார்கள். இதன் விளைவாக ட்யுபோகுராரீனை விட இரு மடங்கு வினை புரியும் ஆற்றல் கொண்ட சின்குரீன் [syncurine] என்ற சேர்மம் கிடைத்தது.

இன்னொரு உதாரணம் மலேரியா சம்பந்தப்பட்டது. இந்த நோய்க்கு மருந்து கொயினா [quinine] என்ற ஒரு இயற்கையான ஆல்கலாய்டாக இருந்து வந்தது. ஆனால் வேதியியலறிஞர்களுக்கு கொயினாவைப் போல் அறுபது மடங்கு வீர்யம் கொண்ட ஒரு பொருளைத் தயாரிக்க முடிந்தது. இது பாமாக்வின் (அல்லது ப்ளாஸ்மோக்வின்) என்னும் பொருளாகும்.

தற்கால மருந்தியல் எல்லா சந்தர்ப்பங்களுக்கும் அநேகமாக நாமறிந்த எல்லா நோய்களுக்கும் பயன்படும் மிக நீண்ட மருந்துப் பட்டியலைக் கொண்டது, என்று கூறலாம்.

நரம்பு மண்டலத்தை அமைதிப்படுத்துவதற்கென வீரியமிக்க மருந்துகள் உள்ளன. அவை மிக அதிகமான அளவு சிடுசிடுக்கும் நபரைக்கூட சமாதானப்படுத்தும். பயத்தை முழுவதுமாக நீக்கிவிடும் ஒரு தயாரிப்பு உள்ளது. ஆனால் நிச்சயமாக அது பரிட்சை எழுதப்பயப்படும் மாணவனுக்குப் பயன்படாது.

எரிச்சலைக் குறைக்கும் சமனப்படுத்திகள் [sedatives] என்ற சில மருந்துகள் உள்ளன. அவற்

றில் ஒன்றுன ரெஸெர்பின். ஒரு காலத்தில் சில மனேதத்துவ நோய்களைத் (ஷிஸோஃப்ரீனியா) தீர்ப்பதற்கு விரிவாகப் பயன்படுத்தப்பட்டது. கிமோதேராபி [chemotherapy] இப்போது மூளை வியாதியைப் பயன்படுத்தும் சிறந்த முறையாயுள்ளது.

ஆனல் எப்போதுமே மருந்து வேதியியலின் சிறந்த கண்டுபிடிப்புகள் நற்பயனேயே அளிந்து விடவில்லை. உதாரணமாக, LSD-25 போன்ற கெட்ட மருந்தும் உண்டு.

பல முதலாளித்துவ நாடுகளில் அது செயற்கையாக ஷிஸோஃப்ரீனியா என்ற நோயின் அறிகுறிகளை உண்டாக்கும் மயக்க மருந்தாகப் பயன்படுகிறது. (சிறிது நேரத்திற்கு ''வாழ்வின் துன்பங்களை'' மறந்து பல விதமான மனத்தோற்றங்களை உண்டாக்குகிறது.) ஆனல் LSD-25 மாத்திரைகளை உட்கொண்டவர்கள் தங்கள் சுயநிலையை அடையாமலேயே இருந்துவிட்ட அநேக உதாரணங்கள் இருக்கின்றன.

இன்றைய புள்ளி விவரப்படி உலகில் பெரும்பான்மையான மரணங்கள் இருதய நோய் [myocardial infarction]அல்லது மூளை நோயினுல் [cerebral apoplexy] ஏற்படுகின்றன. வேதியியலறிஞர்கள் இந்த நோய்களை எதிர்த்துப் போரிட, மூளையின் இரத்தக் குழாய்களை விரிவடையச் செய்யப் பல மருந்துகளைக் கண்டு பிடித்து வருகின்றனர்.

வேதியியலறிஞர்களால் தொகுக்கப்பட்ட ட்யூபாஸிட், பாரா-அமினேசாலிஸிலிக் அமிலம் (PASA) என்ற இரண்டு மருந்துகளின் உதவியால்

வைத்தியர்கள் பெரும் பான்மையினரது காச நோயை வெற்றி காண முடிகிறது.

கடைசியாக, விஞ்ஞானிகள் மனித இனத்தின் மோசமான, சாபக்கேடான புற்று நோய்க்கு மருந்துகளைத் தேடுவதில் பெரும் முயற்சி எடுத்து வருகின்றனர். இத்துறையில் இன்னும் எத்துணையோ பல அறியப்படாத உண்மைகள் உள்ளன. ஆராய்ச்சிக்கு அது நிறைய இடமளிக்கிறது.

வைத்தியர்கள், வேதியியலறிஞர்கள் புதிய அற்புதமான பொருள்களை அளிப்பர் எனக் காத்திருக்கின்றனர். அவ்வாறு அவர்கள் காத்திருப்பது வீணில் அல்ல! இத்துறையில் வேதியியல் மற்ற துறைகளைப் போலவே நன்மை பயக்கும் என்பதில் ஐயமில்லை.

பூஞ்சக் காளானிலிருந்து விளைந்த அற்புதம்

இந்த வார்த்தை வைத்தியர்களுக்கும் நுண்ணுயிரியல் நிபுணர்களுக்கும் நீண்ட காலத்துக்கு முன்னரே தெரிந்து தனிப்பட்ட புத்தகங்களில் குறிப்பிடப்பட்டிருந்தது. ஆனால் சமீபகாலம் வரை உயிரியல் அல்லது மருத்துவம் இவற்றுடன் தொடர்பில்லாத எவருக்கும் அது ஒரு பொருட்டே அல்ல. பல வேதியியலறிஞருக்கும் அதன் பொருள் தெரிந்திருக்கவில்லை. இப்போது ஒவ்வொருவரும் அதனை அறிவர். அச்சொல்தான் ''ஆண்டிபயாடிக்குகள்'' (நுண்ணுயிர்க் கொல்லிகள்) என்பது.

''ஆண்டிபயாடிக்குகள்'' என்ற சொல்லை அறியும் முன்னர் சாதாரண மனிதன் ''நுண்

ணுயிர்'' [microbe] என்ற சொல்லைக் கற்றான். நிமோனியா, மெனின்ஜைடிஸ், இரத்த பேதி, வயிற்றுக் கடுப்பு, டைஃபஸ், காசநோய் இன்னும் பற்பல நோய்கள் நுண்ணுயிர்களுடன் போராட ஆண்டிபயாடிக்குகள் தேவைப்பட்டன.

சில வகையான பூஞ்சக் காளான்களின் நோய் குணப்படுத்தும் தன்மை மத்திய காலத்திலேயே அறியப்பட்டிருந்தது. மத்திய கால எண்ணங்கள் நூதனமாக இருந்தனவென்பது உண்மை. உதாரணமாக, நோய்களைக் குணப்படுத்த உதவிய ஒரே வகையான பூஞ்சக்காளான் குற்றம் புரிந்ததற்காகத் தூக்கிலிடப்பட்டோ, தலையைச் சீவியோ சொல்லப்பட்டவர்களின் மண்டையோட்டிலிருந்து எடுக்கப்பட்டது என்று எண்ணமிருந்தது.

ஆனால் இது ஒன்றும் அதிக முக்கியத்துவம் கொண்டதல்ல. பிரிட்டீஷ் வேதியறிஞர், அலெக்ஸாண்டர் ஃப்ளெமிங் தான் ஆராய்ந்து கொண்டிருந்த ஒரு வகைப் பூஞ்சக் காளானிலிருந்து சுறுசுறுப்பாக வினை புரியும் பாகத்தைத் தனியே பிரிப்பதில் வெற்றி கண்டார். இதன் விளைவாகப் பெனிஸிலின் என்ற முதல் ஆண்டிபயாடிக் தோன்றியது.

பெனிஸிலின், ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கை, ஸ்டெஃபிலோகாக்கை முதலிய உயிருக்கு ஊறு விளைவிக்கும் நுண் கிருமிகளை எதிர்த்துப் போராடும் சிறந்த அயுதமாயிற்று. அது சிஃபிலிஸ் விளைவிக்கும் ஸ்பைரோகீடா பால்லிடாவைக் [Spirochaeta pallida] கூட அழிக்கிறது.

ஆனால் 1928லேயே அலெக்ஸாண்டர் ஃப்ளெமிங் பெனிஸிலினைக் கண்டு பிடித்தாராயினும்,

1945ல் தான் அதன் குறியீடு ஸ்தாபிக்கப்பட்டது. 1947க்குள் பெனிஸிலின் சோதனைச் சாலையில் முழுவதுமாகத் தொகுக்கப்பட்டு விட்டது. மனிதன் கடைசியாக இயற்கையைத் தொடர்ந்து சென்று, பிடித்து விட்டாரெனத் தோன்றியது. ஆனல் நிச்சயமாக அவ்வாறு கூற முடியாது. சோதனைச் சாலையில் பெனிஸிலினைத் தொகுத்தல் எளிய காரியமன்று; பூஞ்சக் காளானிலிருந்து அதனை உண்டாக்குவது இதைவிட எளிது.

ஆனல் வேதியியலறிஞர்கள் பயப்படவில்லை. இங்கும் கூட அவர்களின் கூற்று உண்மையாயிற்று. அவர்களது திறமை வெளிப்பட்டது. வழக்கமாகப் பெனிஸிலின் எந்தப் பூஞ்சக் காளானிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்டதோ, அதிலிருந்து கிடைக்கும் அளவு மிகக் குறைவாயிருந்தது. எனவே விஞ்ஞானிகள் அதன் திறனை உயர்த்த எண்ணினர்.

அவர்கள், அந்த நுண்ணுயிர்களின் வம்ச பரம்பரையான அமைப்பில் புகுத்தப்பட்டால், அதன் தன்மைகளை மாற்றிவிடக் கூடிய சில பொருள்களைக் கண்டு பிடித்தனர். மேலும், இந்தப் புதிய தன்மைகளும், வம்ச பரம்பரைக் குணங்களாக மாறி விட்டன. இதன் விளைவு, புதிய ரகமான காளான்கள் இவை பெனிஸிலினை அதிக வேகமாகத் தயாரித்தன.

தற்காலத்தில் ஆண்டிபயாடிக்குகளின் வகைகள் குறிப்பிடத் தக்கவை: ஸ்ட்ரெப்டோமைஸின், டெர்ராமைஸின், டெட்ராஸைக்ளின், ஆரியோமைஸின், பயோமைஸின், எரித்ரோமைஸின் முதலியவை. இன்று ஏறக்குறைய ஆயிரம்

அவெவ்வேறு ஆண்டிபயாடிக்குகள் அறியப்பட்டுள்ளன. அவற்றில் சுமார் நூறு வெவ்வேறு கொடிய நோய்களுக்கு மருந்தாகப் பயன்படுகின்றன. அவற்றின் தயாரிப்பில் வேதியியல் பெரும் பங்கு கொள்ளுகிறது.

நுண்ணுயிரியல் நிபுணர்கள், நுண்ணுயிர்க் கூட்டங்களைக் கொண்ட வளர்ப்புத் திரவம் என்பதைச் சேகரித்த பின், வேதியியலறிஞரின் வேலை துவங்குகிறது.

ஆண்டிபயாடிக்குகளைத் தனியே பிரிப்பது அவர்களுடைய கடினமான வேலையாகும். இயற்கையில் கிடைக்கும் ''மூலப் பொருள்களி''லிருந்து சிக்கலான அங்ககச் சேர்மங்களை வடித்தெடுக்கப் பல வகையான வேதி முறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆண்டிபயாடிக்குகள் பிரத்யேகமான உறிஞ்சிகளால் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. ஆராய்ச்சியாளர்கள் ''வேதி இடுக்கிகளை'', அதாவது பல வகைக் கரைப்பான்களின் உதவியால் ஆண்டிபயாடிக்குகளைப் பிரிக்கிறார்கள், பயன்படுத்துகிறார்கள். அவர்கள் அவற்றை அயனிமாற்றி ரெஸின்களால் சுத்திகரித்து, கரைசல்களிலிருந்து வீழ்படிவாக்குகின்றனர். இதன் விளைவாகத் திருத்தப்படாத [raw] ஆண்டிபயாடிக் கிடைக்கிறது. இது, கடைசியில் சுத்தமான படிக உருவில் கிடைக்கும் வரை, நீண்ட சுத்திகரிப்பு முறைகளுக்கு உட்படுத்தப்படுகின்றன.

அவற்றுள் பெனிஸிலின் போன்ற சில, இன்னும் நுண்ணுயிர்களின் உதவியால் செய்யப்படுகின்றன. ஆனால் மற்றவைகளின் தயாரிப்பு பாதிதான். இயற்கையின் உதவியுடன் நடக்கிறது.

ஆனால் இயற்கையின் உதவி சிறிதுமின்றி வேதியியலறிஞர்கள் தயாரிக்கும் சின்தோமைஸின் போன்ற அண்டிபயாடிக்குகளும் உள்ளன. இத்தகைய தயாரிப்புகள் முதலிலிருந்து கடைசி வரை இரசாயன வினைக்கலங்களில் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

வேதியியலின் பலம் பொருந்திய முறைகளின்றேல், ''ஆண்டிபயாடிக்'' என்ற சொல் இத்துணை பரவலாக அறியப்பட்டிருக்கவும் முடியாது; மருத்துவத்தில் இந்த ஆண்டிபயாடிக்குகளினால் ஏற்பட்ட சரியான புரட்சி நிகழ்ந்திருக்கவும் முடியாது.

நுண் தனிமங்கள், தாவரங்களின் வைட்டமின்கள்

''தனிமம்'' என்ற சொல்லுக்கு அநேக பொருள்கள் உண்டு. உதாரணமாக, அது ஒரே மாதிரி மையக்கரு மின்னேற்றம் கொண்ட ஒரே வகை அணுக்கள் என்று பொருள் படலாம். ஆனால் ''நுண் தனிமங்கள்'' [microelements] என்பவை எவை? இவைகளைத் தான் நாம் பிராணிகள், தாவரங்களில் மிகச் சிறிய அளவுகளில் உள்ள இரசாயனத் தனிமங்கள் என்கிறோம். மனித உடலில் 65% ஆக்ஸிஜனும், சுமார் 18% கார்பனும், 10% ஹைடிரஜனும் உள்ளன. இவை மாக்ரோ-தனிமங்கள், ஏனெனில் அவை அதிக அளவில் உள்ளன. ஆனால் டைடேனியம், அலுமினியம் ஆகியவற்றின் அளவு ஒவ்வொன்றும் ஒரு சதவீதத்தில் ஆயிரத்தில் ஒரு பாகமே இருப்பதால்,

அவைகளை மைக்ரோ-தனிமங்கள் (நுண் தனி மங்கள்) எனலாம்.

உயிர் வேதியியலின் துவக்க காலத்தில் இத் தகைய சிறிய விஷயங்களை எவருமே கவனிக்க வில்லை. நூற்றிலொரு பாகத்தின் ஆயிரத்தில் ஒரு பாகமானது குறிப்பிடத் தக்க அளவே அல்ல; அக்காலத்தில் அத்துணை சிறிய அளவைத் தீர் மானிக்கக் கூட முடியவில்லை. பொறியியல் பகுப் பாய்வு முறைகள் முன்னேற்றமடைந்து வருகை யில், விஞ்ஞானிகள் உயிர்ப் பொருளில் மேலும், மேலும் அதிகத் தனிமங்களைக் கண்டு பிடிக்க ஆரம்பித்தனர். எனினும், நீண்ட காலத்துக்கு மைக்ரோ-தனிமங்களின் செயல் அறியப்படா மலேயே இருந்து வந்தது. இன்றும் கூட, வேதிப் பகுப்பாய்வானது ஒரு சேர்மத்தின் ஒரு சதவீதத் தின் மிலியனில் ஒரு பாகம், நூறு மிலியனில் ஒரு பாக அளவு அழுக்கு அல்லது வேற்றுப் பொ ருளைக் கூடக் கண்டு பிடிக்க உதவினாலும், தாவரங் கள், மிருகங்களில் நிகழும் உயிர் வாழத் தேவை யான முக்கிய செயல்களில் அநேக மைக்ரோ-தனிமங்களின் முக்கியத்துவத்தை இன்னும் நிச் சயிக்க முடியவில்லை.

ஆனால் சில விஷயங்கள் ஸ்தாபிக்கப்பட்டுள் ளன. உதாரணமாக, பல்வேறு உயிர்ப்பிராணி களில் கோபால்ட், போரான், தாமிரம், மாங்க னீஸ், வனேடியம், அயோடின், ஃப்ளூரின், மாலிப் டினம், துத்தநாகம், ரேடியம் போன்ற தனிமங் கள் உள்ளன என்று நாமறிவோம். ஆம், ரேடி யம் மிக மிகச் சிறிய அளவில் உள்ளது.

மனித உடலில் இது வரை சுமார் 70 தனி

மங்களிருப்பதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. மனித உடல் படியமைப்பு அட்டவணை முழுவதை யுமே கொண்டுள்ளதாக நம்பவும் இடமிருக் கிறது. மேலும், ஒவ்வொரு தனிமமும் ஒரு குறிப் பிட்ட பங்கைச் செய்கிறது. உயிர்ப்பிராணியில் பல ஒழுங்கீனங்கள் (நோய்கள்) ஏற்பட, மைக் ரோ-தனிமங்களின் சமநிலை கெடுவதே காரணம் என்ற அபிப்பிராயம் கூட இருக்கிறது.

தாவர ஒளிச் சேர்க்கையில் [photosynthesis] இரும்பும் மாங்கனீஸூம் முக்கிய பாகத்தைச் செய்கின்றன. மிகச் சிறிதளவு இரும்பு கூட இல் லாத மண்ணில் ஒரு தாவரத்தை வளர்த்தால், அதன் இலைகளும் தண்டும் காகிதம் போல் வெளுத்திருக்கும். ஆனல் அத்தகைய ஒரு செடியின் மேல் இரும்பு உப்புக்களின் கரைசலைத் தெளித் தால், அது உடனேயே தன் இயற்கையான பச்சை நிறத்தைப் பெறுகிறது. தாமிரமும் ஒளிச் சேர்க் கைக்கு தேவைப்படுகிறது; தாவர உயிர்கள் நைட் ரஜனை ஈர்த்துக் கொள்ளும் திறமையைப் பாதிக் கிறது. செடிகளில் ஏற்படும் தாமிரக் குறை வினுல், நைட்ரஜனைத் தம்மிடத்தே கொண்ட ப்ரோட்டீன்கள் உண்டாவது மிகவும் குறைகிறது.

சிக்கலான அமைப்புக் கொண்ட அங்கக மாலிப்டினச் சேர்மங்கள், பல்வேறு என்ஸைம் களில் பகுதிப் பொருள்களாக உள்ளன. அவை நைட்ரஜன் உட்கிரகிக்கப்படுவதை அதிகரிக்கச் செய்கின்றன. மாலிப்டினக் குறைவினுல் இலைகள் வாடிப்போகின்றன. ஏனெனில் மாலிப்டினம் இல் லாவிடில் நைட்ரேட்டுகள் தாவரங்களினுல் உட் கிரகிக்கப்படாமல் அதிகமாகச் சேர்ந்து விடுகின்

றன. மாலிப்டினம் தாவரங்களில் உள்ள ஃபாஸ் பரஸின் அளவையும் பாதிக்கின்றது. அது இல் லாவிடில் அனங்கக ஃபாஸ்ஃபேட்டுகள், அங்கக ஃபாஸ்பேட்டுகளாக மாறி விடுகின்றன. மாலிப் டினக் குறைவு தாவரங்களில் நிறப் பொருள் களின் [pygments] சேமிப்பையும் பாதிக்கிறது; இலைகள் புள்ளி விழுந்து, வெளுத்து விடுகின்றன.



போரான் இல்லாவிடில் செடிகள் ஃபாஸ் ஃபரஸை மிகக் குறைவாகக் கிரகிக்கின்றன. போரான், செடியின் பாகங்கள் வழியாக பல் வேறு சர்க்கரைகள் அனுப்பப்படுவதற்கு உதவு கிறது.

மைக்ரோ-தனிமங்கள் மிருகங்களின் உடலி லும் முக்கிய பங்கேற்கின்றன. மிருகங்களின் உணவில் வனேடியம் இல்லாதிருந்தால் பசியின் மை ஏற்பட்டு, உயிருக்கே ஆபத்தாகவும் முடி யலாம். மாருகப் பன்றிகளின் உணவில் வனே டியத்தின் அளவை அதிகரித்தால், வேகமான வளர்ச்சி ஏற்பட்டுக், கனமான கொழுப்பு பா ளம் அல்லது அடுக்கு ஏற்படுகிறது.

உயிர்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் துத்த நாகம் முக்கிய பாகமேற்கிறது. அது பிராணி களின் எரித்ரோஸைட்டுகளில் உள்ளது.

ஒரு மிருகம் (அல்லது மனிதன்) கலவரப் பட்ட அல்லது அதிக மகிழ்வுற்ற நிலையில் இருந் தால், அதன் கல்லீரல், பொது இரத்த ஓட்டத் தொடர்ச்சியில் மாங்கனீஸ், சிலிகன், அலுமி னியம், டைடேனியம், தாமிரம் ஆகியவற்றை வெளிவிடுகிறது. ஆனால் மத்திய நரம்பு மண் டலம் மந்தப்படுத்தப்பட்டால், மாங்கனீஸ், தாமி ரம், டைடேனியம் மட்டும் வெளிவிடப்பட்டு, சிலிகன், அலுமினியம் ஆகியவை வெளியிடப் படுதல் குறைக்கப்படுகிறது. கல்லீரலைத் தவிர, இரத்தத்தில் மைக்ரோ-தனிமங்களின் அளவு பெருமூளை, சிறுநீரகங்கள், நுரையீரல்கள், தசை கள் ஆகியவற்றாலும் சீர்படுத்தப்படுகிறது.

தாவரங்கள், மிருகங்களின் வளர்ச்சியிலும்

அபிவிருத்தியிலும் மைக்ரோ-தனிமங்களின் செயலை விவரித்தல் என்பது, வேதியியல், உயிரியல் இவற்றின் முக்கியமான, விறுவிறுப்பான வேலையாகும். இந்தப் பிரச்சினையின் தீர்வு, சந்தேகமின்றி நல்ல விளைவுகளை அண்மையில் அளிக்கும். மேலும், இரண்டாவது இயற்கையை உண்டாக்குவதற்கு விஞ்ஞானத்திற்கு மற்றுமொரு பாதையைக் காட்டுகிறது.

தாவரங்களின் உணவும், அதில் வேதியியலின் செயலும்

பண்டைய காலத்தில் கூடச் சமையல் கலையில் புகழ் பெற்ற சமையல்காரர்கள் இருந்தனர். அரசமாளிகைகளின் மேசைகளில் எல்லா விதமான ருசிமிக்க பண்டங்களும் குவிக்கப்பட்டிருந்தன. பணக்காரர்கள் தங்கள் உணவைப் பற்றி விசேஷ கவனம் செலுத்தலாயினர்.

தாவரங்கள் அஞ்ஞானம் கவனம் செலுத்தவில்லை எனத் தோன்றும். செடிகளும் சிறு மரங்களும் வெப்பம் மிகுந்த பாலைவனங்களிலும், குளிர் தூந்திரப் பிரதேசங்களிலும் உயிர் பிழைத்திருக்கின்றன. அவை வளர்ச்சி குன்றிப் பார்க்கப் பரிதாபமாக இருக்கலாம்; ஆனாலும் அவை பிழைத்திருக்கின்றன.

தங்கள் வளர்ச்சிக்கு, அவற்றிற்கு ஏதோ ஒன்று தேவையாயிருந்தது. அது என்ன? விஞ்ஞானிகள் இந்த மர்மமான ''ஏதோ ஒன்றை'' பல்லாண்டுகளாகத் தேடினர்.

அவர்கள் பல சோதனைகள் செய்தும், வாதங்

கள் புரிந்தும், நிச்சயமாக எதுவுமே கண்டு பிடிக்கப்படவில்லை.

சென்ற நூற்றுண்டின் நடுவில், இதற்கு விடை கடைசியாகப் பிரபல ஜெர்மன் வேதியியலறிஞர் யுஸ்டஸ் வான் லீபிக் என்பவரால் அளிக்கப்பட்டது. அவருக்கு வேதிப் பகுப்பாய்வு உதவியது. அவர் பலவகைச் செடிகளை அவற்றின் தனித்தனே வேதித் தனிமங்களாகப் பிரித்தார். முதலில் அவை அதிகம் இல்லை. பின் வரும் பத்துத் தனிமங்களே இருந்தன: கார்பன், ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன், கால்சியம், பொட்டாஷியம், ஃபாஸ்ஃபரஸ், கந்தகம், மக்னீஸியம், இரும்பு. ஆனல் இந்தப் பத்துத் தனிமங்கள் பூமியின் மேல் கடலெனப் பரந்து கிடக்கும் தாவரங்களைத் தோற்றுவித்தன.

எனவே இதிலிருந்து, தாவரங்கள் ஜீவித்திருக்க இத்தனிமங்களை எப்படியேனும் உட்கிரகிக்க, அதாவது ''சாப்பிட'' வேண்டும், என்பது தெரிகிறது.

ஆனல் எவ்வாறு? தாவரங்களின் உணவுப் பண்டகச் சாலைகள் எங்கிருக்கின்றன?

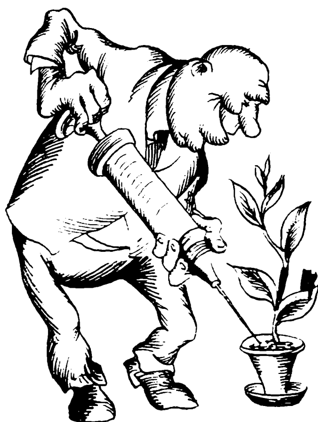
மண்ணிலும் நீரிலும் காற்றிலும் உள்ளன என்பது தெளிவு.

எனினும் சில விநோதமான விஷயங்களை விளக்க வேண்டியிருந்தது. சில மண்களில் ஒரு செடி விரைவில் வளர்ந்து, பூத்துக் காய்க்கையில், வேறு சிலவற்றில் அது துவண்டு, வாடி நோயுற்று விடுகிறது. பின் கூறப்பட்ட மண்களில் ஏதோ ஒரு தனிமம் இல்லை என்று இதிலிருந்து தெளிவாகிறது.

லீபிக்கிற்கு முன்னரே மனிதர்கள், மிகச் செழிப்பான மண்ணில் கூட ஆண்டு தோறும் ஒரே பயிர் விதைக்கப்பட்டால், மகசூல் குறைந்து கொண்டே வரும் என்று அறிந்திருந்தனர்.

மண் சாரம் குறைந்து விடுகிறது. செடிகள் மெதுவாகத் தங்களுக்குத் தேவையான எல்லாத் தனிமங்களையும் அதிலிருந்து ''சாப்பிட்டு விட்டன''.

மண்ணிலிருந்து அகற்றப்பட்ட பொருள்கள் அதற்கு மீண்டும் அளிக்கப்பட வேண்டும். மண்ணிற்கு ''ஊட்டமளிக்கப்''பட வேண்டும். வேறு விதமாக, உரமிட வேண்டுமென்று நாம் கூறுவது வழக்கம். தொன்று தொட்டே உரங்கள் பயன் படுத்தப்பட்டன. வம்சபரம்பரையாக வந்த அனுபவத்தினடிப்படையில் உரங்கள் மண்ணிற்குப் போடப்பட்டன.



லீபிக், உரங்களின் உபயோகத்தை ஒரு விஞ்ஞானக் கலையின் தரத்திற்கு உயர்த்தினர். இந்த அறிவு விவசாய வேதியியல் [agrochemistry] எனப் பெயரிடப்பட்டது. அதற்குத் தெரிந்த உரங்களைச் சரியான முறையில் பயன் படுத்தவும், புதியவைகளைக் கண்டு பிடிக்கவும் கற்றுக் கொடுக்கும் வேலை அளிக்கப்பட்டது.

டஜன் கணக்கில் வெவ்வேறு உரங்களை இன்று நாம் அறிவோம். அவற்றில் மிக முக்கியமானவை பொட்டாஷியம், நைட்ரோஜினஸ், ஃபாஸ்பேட் உரங்களாகும். ஏனெனில் பொட்டாஷியம், நைட்ரஜன், ஃபாஸ்பரஸ் ஆகிய தனிமங்கள் இல்லையேல், ஒரு செடியும் வளர முடியாது.

ஒரு சிறிய உவமை, அல்லது வேதியறிஞர் தாவரங்களுக்குப் பொட்டாஷியத்தை எவ்வாறு அளித்தனர்

... இப்போது மிக நன்கு அறியப்பட்டுள்ள யுரேனியம் வேதியியலறிவின் இருண்டு சந்துகளில் வசித்த காலமும் இருந்தது. அது, கண்ணுடிக்கு நிறமேற்றுதல், புகைப்படக் கலை ஆகியவற்றில் தான் மிகச் சிறிதளவு பயன்பட்டது. பின்னர் யுரேனியத்தில் ரேடியம் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. ஆயிரக்கணக்கான டன்கள் யுரேனியத் தாதுக்கள், மிகச் சிறிய அளவே, அந்த வெள்ளி போன்ற உலோகத்தை அளித்தன. ஆனால் நிறைய யுரேனியத்தைக் கொண்ட கழிவுப் பொருள்கள் பல காலம் சேமிப்புத் தளங்களை அடைத்துக் கொண்டிருந்தன. எனினும், முடிவில்,

அணு சக்தியின் மேல் மனிதனின் அதிகாரத்திற்கு அது திறவு கோலாக மாறியபோது, யுரேனியத்தின் நற்காலம் ஆரம்பித்தது. அந்தக் கழிவுப் பொருள்கள் ஒரு புதையலாக மாறின.

...ஜெர்மானியில் ஸ்டாஸ்ஃபர்ட் உப்பு படிமங்கள் தொன்று தொட்டே அறியப்பட்டுள்ளன. அவை அநேக உப்புக்களை, முக்கியமாகப் பொட்டாஷியம், சோடியம் உப்புக்களைக் கொண்டவை. சமையல் உப்பான சோடியம் உப்பு உடனேயே பயன்பட்டது. பொட்டாஷியம் உப்புக்கள் அலட்சியமாக ஒதுக்கப்பட்டு, சுரங்கங்களைச் சுற்றி மலை போல் குவிந்தன. விவசாயத்திற்குப் பொட்டாஷிய உரங்கள் அவசியத் தேவையாக இருந்த போதிலும், ஸ்டாஸ்ஃபர்ட் கழிவுகளில் மக்னீஸியம் அதிகமாக இருந்தமையால், அவைகளைப் பயன்படுத்த முடியவில்லை. சிறிய அளவுகளில், மக்னீஸியம் தாவரங்களுக்கு நன்மை செய்தாலும், அதிக அளவில் இது நாசம் விளைவிக்கக் கூடியது.

மீண்டும் வேதியியலே உதவிக்கு வந்தது. பொட்டாஷிய உப்புக்களிலிருந்து மக்னீஸியத்தை நீக்க ஒரு எளிய முறை கண்டு படிக்கப்பட்டது. ஸ்டாஸ்ஃபர்ட் சுரங்களைச் சுற்றியிருந்த மலைகள், வசந்த காலத்தில் பனிக்கட்டிபோல மறையத் தொடங்கின. விஞ்ஞான வரலாற்றுசிரியர்கள், ஜெர்மனியில் 1811ல் பொட்டாஷிய உப்புக்களை மாற்றும் முதல் தொழிற்சாலை கட்டப்பட்டதென்று அறிவித்துள்ளார்கள். ஒரு ஆண்டுக்குப் பின்னரே, அது போல் நான்கு தோன்றின. 1872க்குள் 33 ஜெர்மனி தொழிற்சாலைகள் ஆண்டொன்

றுக்கு அரை மிலியன் அசுத்த உப்பைச் சுத்தப் படுத்திக் கொண்டிருந்தன.

பொட்டாஷிய உரத் தொழிற்சாலைகள் அநேக நாடுகளில் சீக்கிரமே தோன்றின. இன்று பல நாடுகளில் தயாராகும் பொட்டாஷிய உப்புக்களின் அளவு அவைகளின் சமையல் உப்பினளவை விடப் பன்மடங்கு அதிகமாய் உள்ளது.

நைட்ரஜன் நெருக்கடி

நைட்ரஜன் கண்டு பிடிக்கப்பட்டு நூறு ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர், ஒரு பிரபல நுண்ணுயிரியல் அறிஞர் பின் வருமாறு எழுதினர்: ''பொது உயிரியலின் கண்ணேட்டத்திலிருந்து பார்த்தால், நைட்ரஜன் யாவற்றிலும் அரிதான உயர் உலோகத்தை விட மதிப்பில் உயர்ந்தது.'' அவரது கூற்று சரியே. தாவரத்திலிருந்தோ, பிராணியிலிருந்தோ தோன்றும், எல்லாப் ப்ரோட்டீன் மூலக்கூறுகளிலும் நைட்ரஜன் ஒரு பாகமாக இருக்கிறது. நைட்ரஜன் இன்றி ப்ரோட்டீன் இல்லை, ப்ரோட்டீன் இன்றி உயிர் இல்லை. எங்கல்ஸ், ''உயிர் என்பது ப்ரோட்டீன்களின் ஜீவ உருவம்,'' என்ருர்.

ப்ரோட்டீன் மூலக்கூறுகளை உண்டாக்கச் செடிகளுக்கு நைட்ரஜன் தேவை. ஆனல் அதை அவை எங்கிருந்து பெறுகின்றன? நைட்ரஜனின் வினை புரியும் சக்தி குறைவு; சாதாரண சூழ்நிலைகளில் அது வினையில் ஈடுபடுவதில்லை. எனவே, தாவரங்கள் புறக் காற்றின் நைட்ரஜனைப் பயன்படுத்த முடியாது. உண்மையில், ''கோப்பைக்

கும் உதட்டிற்குமிடையே பல இடையூறுகள் உள் ளன''. எனவே, தாவரத்தின் நைட்ரஜன் சேமிப்பு முழுவதும் மண்ணில் உள்ளது. அந்தோ! இந்தச் சேமிப்பு சிறிதளவே. அதனால் தான் மண் தனது நைட்ரஜனை விரைவில் இழந்து, நைட்ர ஜன் கொண்ட உரங்களை எதிர்பார்க்கிறது.

''சிலி சால்ட்பீட்டர்'' என்ற பெயர் இப் போது கதையாகி விட்டது. ஆனால் எழுபது ஆண்டுகளுக்கு முன்னர், அது பற்றி எங்கிலும் பேசப்பட்டது.

சிலி குடியரசின் பரந்த பிரதேசத்தில் நூற் றுக்கணக்கான கிலோமீட்டர்கள் பரவிக் கிடக் கும் ஜனநெருக்கமற்ற, அடகாமா பாலைவனம் இருக்கிறது. முதற்பார்வையில் அது சாதாரண பாலைவனமாகத்தான் தோன்றுகிறது. ஆனால் அத னைப் பூமியின் மற்ற எல்லாப் பாலைவனங்களின் றும் வேறுபடுத்தும் ஒரு விநோதமான விஷயம் இருக்கிறது. சோடியம் சால்ட்பீட்டர் என்றும் கூறப்படும் சோடியம் நைட்ரேட்டின் அடர்ந்த படிவுகளின் மேல், மெல்லிய அடுக்கு மனல் இருக் கிறது. இந்தப் படிவுகளை நீண்ட காலத்திற்கு முன்னர் அறிந்திருந்தனர். ஆனால் ஐரோப்பாவில் துப்பாக்கிப்பொடித் தட்டுப்பாடு ஏற்பட்ட போது தான், அவற்றைப் பற்றி முதன் முதலில் தீவிர மாக சிந்தனை செய்தனர். அதற்கு முன்னர் துப் பாக்கிப் பொடி, கரி, கந்தகம், சால்ட்பீட்டர் ஆகியவற்றால் செய்யப்பட்டது.

கடலுக்கப்பால் கிடைக்கும் இந்தப் பொ ருளைக் கொண்டு வரக் குறுகிய கால அறிவிப்பில் ஒரு குழு அனுப்பப்பட்டது. எனினும், கப்பலின்

சரக்கு முழுவதும் கடலில் எறியப்பட வேண்டிய தாயிற்று. துப்பாக்கிப் பொடி தயாரிப்பதற்குப் பொட்டாஷியம் சால்ட்பீட்டர் மட்டுமே பயன் படும் என்று இதனுல் ருசுவாகியது. சோடியம் ஸால்ட்பீட்டர் மிக விரைவில் காற்றில் உள்ள ஈரத்தை உறிஞ்சிக் கொண்டு, துப்பாக்கிப் பொடியை ஈரமாக்கி பயனற்றதாக்கி விடுகிறது.

ஐரோப்பியர்கள் கப்பலின் சரக்குகளைக் கடலில் எறிய அவசியம் ஏற்பட்டது இதற்கு முன்னரே உண்டு. 17ஆம் நூற்ருண்டில், ப்ளாடினோ-டெல்-பிண்டோ ஆற்றின் கரையில், பின்னுல் ப்ளாடினம் என்றழைக்கப்பட்ட வெண்மையான உலோகத்தின் துகள்கள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டன. 1735ல் ப்ளாடினம் ஐரோப்பாவுக்கு முதன் முத



லில் கொண்டு வரப்பட்ட போது, அதை எவ்வாறு பயன்படுத்துவதென்று எவருக்கும் தெரியவில்லை. உயர்ந்த உலோகங்களில் அந்தக் காலத்தில் தங்கமும் வெள்ளியும் தான் அறியப்பட்டிருந்தன. ப்ளாடினத்திற்கு வழி எதுவும் இல்லை. ஆனால் சில புத்திசாலிகள் ப்ளாடினம், தங்கம் இவற்றின் அடர்த்திகள் நெருங்கியிருந்ததென்று கண்டு, இந்த உண்மையைப் பயன்படுத்தி, நாணயங்கள் செய்யப் பயன்பட்ட தங்கத்துடன் ப்ளாடினத்தைச் சேர்க்க ஆரம்பித்தனர். ஆனால் இது கள்ளத்தனமாகும். ஸ்பானிஷ் அரசாங்கம் ப்ளாடின இறக்குமதியைத் தடை செய்தது. ஏற்கனவே நாட்டில் சேர்ந்திருந்த ப்ளாடினம் யாவும் சேகரிக்கப்பட்டு, எண்ணிறந்த சாக்ஷிகளுக்கு முன்னிலையில் கடலில் எறியப்பட்டது.

ஆனால் சிலி சால்ட்பீட்டரின் சரித்திரம் முடிந்து விடவில்லை. அது, இயற்கை அன்புடன் மனிதனுக்கு அளித்துவிட்ட நைட்ரஜன் கொண்ட சிறந்த உரமெனக் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. அச் சமயத்தில் வேறு எந்த நைட்ரஜன் உரங்களும் கிடையாது. சிலி படிவுகளில் தீவிரமான சுரங்க வேலைகள் ஆரம்பிக்கப்பட்டன. இந்த மதிப்பு மிக்க உரம் ஏற்றப்பட்ட கப்பல்கள், உலகின் பல பாகங்களிலும் அதனைச் சேர்ப்பிக்க இகெக் துறைமுகத்திலிருந்து புறப்பட்டன.

...1898ல் சர் வில்லியம் க்ருக்ஸின் முன்னெச்சரிக்கை உலகை வியப்பில் ஆழ்த்தியது. தன் சொற்பொழிவுகளில் ஒன்றில், ''நைட்ரஜன் இல்லாமையால் மனித இனம் அழிந்து விடும்,'' என்று எச்சரித்தார். ''பயிர்கள் விளைய, விளைய

வயல்கள் நைட்ரஜனை இழக்கின்றன. சில சால்ட் பீட்டர் படிவுகளும் மெதுவாகத் தீர்ந்து கொண்டிருக்கின்றன'', என்று அவர் கூறினார். அடகாமா பாலைவனத்தில் உள்ள சேமிப்பு சமுத்திரத்தில் ஒரு துளி தான்.

இதன் பிறகு தான் விஞ்ஞானிகள் நம்மைச் சுற்றியுள்ள காற்று வெளியைப் பற்றிச் சிந்தித்தனர். காற்றிலுள்ள எல்லையற்ற அளவு நைட்ரஜனைக் கவனத்திற்குக் கொணர்ந்தவர், ஒரு வேளை பிரபல ருஷிய விஞ்ஞானி டிமிர்யாஸேவ் என்பவர் தான். அவர் விஞ்ஞானத்திலும், மனிதனின் புத்திசாலித்தனத்திலும் திடமான நம்பிக்கை கொண்டவர். அவர் க்ருக்ஸுடைய பயத்தில் பங்கு கொள்ளவில்லை. மனித இனம், நைட்ரஜன் தேவையை ஈடு செய்து, அதன் பற்றுக்குறையைச் சமாளிக்க, ஏதேனும் வழி கண்டு பிடித்து விடுமென நிச்சயமாக எண்ணினர். அவரது எண்ணம் சரியே. 1903ல் க்ரிஸ்டியன் பெர்க்லாண்டு என்ற விஞ்ஞானியும், சாமுவேல் ஐடு என்ற பொறியியல் வல்லுநருமான, இரு நார்வேக்காரர்கள், காற்றில் உள்ள நைட்ரஜனைப் பெருமளவில் மின்சார ஆர்க்கினல் நிலை நிறுத்துவதில் வெற்றியடைந்தனர்.

ஏறக்குறைய அதே சமயத்தில் ஃப்ரிட்ஸ் ஹாபர் என்ற ஜெர்மன் வேதியியலறிஞர் நைட்ரஜன், ஹைடிரஜன் ஆகியவற்றிலிருந்து அம்மோனியாவை உண்டாக்க ஒரு முறையைக் கண்டு பிடித்தார். இதுவே இறுதியில் தாவர ஊட்டத்திற்கு மிகத் தேவையான நைட்ரஜன் இணைப்புப் பிரச்சினையைத் தீர்த்தது. காற்று வெளியில்

தனி நைட்ரஜன் அதிக அளவில் இருக்கிறது. காற்று வெளியில் உள்ள எல்லா நைட்ரஜனேயும் உரங்களாக மாற்றி விட்டால், உலகிலுள்ள தாவரங்களனைத்துக்கும் மிலியன் ஆண்டுகளுக்கு மேல் ஊட்டமளிக்கப் போதுமானது என்று விஞ்ஞானிகள் கணக்கிட்டுள்ளனர்.

ஃபாஸ்ஃபரஸ் எதற்காக?

யுஸ்டஸ் லீபிக், காற்று வெளியிலுள்ள நைட்ரஜனை ஒரு தாவரம் கிரகித்துக் கொள்ள முடியுமென்றும், மண்ணிற்குப் பொட்டாஷியம், ஃபாஸ்பரஸ் ஆகியவையே உரமாகச் சேர்க்கப் பட வேண்டுமென்றும் கூறினர். ஆனல் இந்தத் தனிமங்களைப் பொருத்தமட்டில் அவருக்கு அதிருஷ்டம் இல்லை. ஒரு ஆங்கிலக் கம்பெனி தயாரிப்பதற்கு ஏற்றுக் கொண்ட, அவருடைய பிரத்தியேகத் தயாரிப்பான உரம் விளைச்சலை அதிகரிப்பதில் வெற்றி அடையவில்லை. பல ஆண்டுகளுக்குப் பின்னரே லீபிக் தன் தவற்றை அறிந்து, ஒப்புக் கொண்டார். கரையக் கூடிய ஃபாஸ்ஃபேட் உப்புகள் மழையினல் மண்ணிலிருந்து கரைத்து, அடித்துச் செல்லப்பட்டு விடுமென்ற பயத்தினல், இவர் கரையாத ஃபாஸ்பேட் உப்புக்களைப் பயன்படுத்தியிருந்தார். ஆனல் தாவரங்கள் ஃபாஸ்பரஸைக் கரையாத ஃபாஸ்பேட்டுக்களிலிருந்து கிரகித்துக் கொள்ள முடியாது. ''ஓரளவு பக்குவப்படுத்தப்பட்ட தயாரிப்பை''த் [semi-finished product] தாவரங்களுக்கு மனிதன் அளிக்க வேண்டியிருக்கிறது.

ஒவ்வொரு ஆண்டும் உலகின் விளைச்சல்

வயல்களிலிருந்து சுமார் 10 மிலியன் டன்கள் ஃபாஸ்ஃபாரிக் அமிலத்தை எடுத்துச் செல்லுகிறது. தாவரங்களுக்கு எதற்காக ஃபாஸ்பரஸ் தேவைப்படுகிறது? அது கொழுப்புகள், ஹைடிரோகார்பன்கள், ப்ரோட்டீன் மூலக்கூறுகள், முக்கியமாக மிகச் சாதாரண ப்ரோட்டீன்கள், ஆகியவற்றில் எதிலுமே உட்பொருளாக இல்லை. ஆனாலும் ஃபாஸ்பரஸ் இல்லாவிடில் இந்தச் சேர்மங்களில் எதுவுமே உண்டாகாது.

ஒளிச் சேர்க்கை என்பது கார்பன் டையாக்ஸைடு, தண்ணீர் இவற்றிலிருந்து ஹைடிரோகார்பனைத் தொகுத்து, தாவரம் மிக எளிதில் செய்துவிடக்கூடிய செயல் அல்ல, அது மிகவும் சிக்கலானது. தாவர செல்களில் உள்ள க்ளோரோப்ளாஸ்டுகள் [chloroplasts] எனப்படும் பிரத்யேக ''உறுப்புகளில்'' தான் ஒளிச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. க்ளோரோப்ளாஸ்டுகளில் ஃபாஸ்பரஸ் சேர்மங்கள் மிகுதியாக உள்ளன. க்ளோரோப்ளாஸ்டுகளைப் பிராணிகளின் உணவு ஜீரணிக்கப்பட்டு, கிரகிக்கப்படும் வயிற்றுக்கு ஒப்பிடலாம். ஏனெனில் இவை தான், கார்பன் டையாக்ஸைடு, தண்ணீர் என்னும் தாவரத்தின் ''கட்டிடச் செங்கல்களை''க் கவனித்துக் கொள்ளுகின்றன.

தாவரம் காற்றிலிருந்து கார்பன் டையாக்ஸைடை ஃபாஸ்ஃபரஸ் சேர்மங்களின் உதவியால் கிரகிக்கின்றது. அனங்கக ஃபாஸ்ஃபேட்டுகள் கார்பன் டையாக்ஸைடைக் கார்பனேட் அயனிகளாக மாற்றுகின்றன. இவற்றிலிருந்து சிக்கலான அங்கக மூலக்கூறுகள் பின்னர் கட்டப்படுகின்றன.

தாவரங்களின் மிக முக்கிய செயல்களில் ஃபாஸ்பரஸின் பங்கை இது நிச்சயமாகக் குறைத்து விடவில்லே. தாவரங்களுக்கு இதன் தேவை இன்னும் முழுமையாகப் புரிந்து கொள்ளப்படவில்லே, என்றும் கூற முடியாது. எனினும் இது வரை அறிந்துள்ள விவரங்களே இதன் பங்கு மிக முக்கியமானதென்று காட்டுகிறது.

இரசாயனப் போர்

பீரங்கிகளோ, டாங்குகளோ, ராக்கெட்டுகளோ, குண்டுகளோ பயன்படுத்தப்படா விட்டாலும், இது உண்மையிலேயே ஒரு போர் தான். பலராலும் கவனிக்கப்படாத ''அமைதியான'', ஆனல் இறுதிவரை நடக்கும் போராட்டம் தான். இந்தப் போரில் வெற்றி என்பது மனிதரனே வருக்கும் மகிழ்ச்சியை அறிவிக்கிறது. சாதாரணமாக நாம் காணும் கேட்ஃப்ளே [gadfly] அதிக தீமை விளேவிக்கிறதா? இந்த வெறுக்கத் தக்க ஜந்துவினல் விளேவிக்கப்படும் நஷ்டம் ஒரு ஆண்டுக்கு சோவியத் யூனியனில் மட்டுமே மிலியன் கணக்கான ரூபிள்கள். களேகள்? ஐக்கிய நாடுகளுக்கு 4,000 மிலியன் டாலர்கள் நஷ்டத்தை இவை விளேவிக்கின்றன. அல்லது வெட்டுக்கிளிகளே எடுத்துக் கொள்ளுங்கள்; உண்மையிலேயே பேராபத்துதான். பூத்துக் குலுங்கும் வயல்களே உயிரற்ற, வெறுமையான பாலேவனங்களாக மாற்றி விடுகின்றன. உலக விவசாயத்திற்குத் தாவரங்கள், பிராணிகளால் ஒரு ஆண்டில்

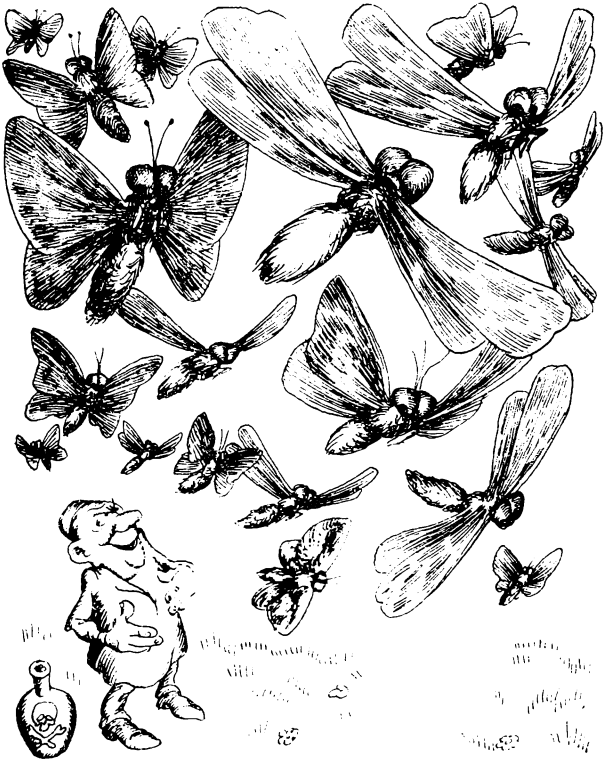
ஏற்படும் நஷ்டத்தைச் சேர்த்துப் பார்த்தால், அத்தொகையைக் கற்பனை செய்வது கடினம். அந்தப் பணம் 200 மிலியன் ஜனங்களுக்கு ஒரு ஆண்டுக்குக் கட்டணமின்றி உணவளிக்கப் போதுமானது!

''ஸைடு'' [cide] என்ற குறி 'கொல்லுதல்' எனப் பொருள் படும். வேதியியலறிஞர்கள் சில காலமாகப் பற்பல விதமான கொல்லிகளைச் (''ஸைடுகளை'') செய்து வந்துள்ளனர். அவர்கள் பூச்சிகளைக் கொல்லும் பூச்சிக் கொல்லிகளையும் [insecticides], எலி போன்ற பிராணிகளைக் கொல்லும் ஜூவோஸைடுகளையும் [zcocides], களைகளை நசிக்கச் செய்யும் களைக் கொல்லிகளையும் [herbicides] தயாரித்துள்ளனர். இக்''கொல்லிகள்'' யாவும் தற்போது விவசாயத்தில் பரவலாகப் பயன்படுகின்றன.

இரண்டாம் உலக யுத்தத்திற்கு முன்னர் விஷத்தன்மை கொண்ட அனங்ககச் சேர்மங்களே பயன்படுத்தப்பட்டன. பல்வேறு எலி இனப்பிராணிகள், பூச்சிகள், களைகள் முதலியவை ஆர்ஸினிக், கந்தகம், தாமிரம், பேரியம், ஃப்ளூரின் இன்னும் வேறு பல விஷத்தன்மை கொண்ட சேர்மங்களால் கொல்லப்பட்டன. எனினும், 1945க்குப் பிறகு அங்கக விஷச் சேர்மங்கள் முன்னரைவிட அதிகப் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வாறு அங்ககச் சேர்மங்களுக்கு மாறியதற்குக் காரணம் உண்டு. அவை மனிதனுக்கும் கால்நடைகளுக்கும் அதிகத் தீமை விளைவிப்பதில்லை என்பதோடு மட்டுமல்ல, அதே அளவு பயனை விடைய அனங்ககச் சேர்மங்களை விட

மிகக் குறைந்த அளவே தேவைப்படுகின்றன. மிலியனில் ஒரு கிராம் டி. டி. டி. [DDT] பொடி, ஒரு சதுர சென்டிமீட்டருக்குச் சில பூச்சிகளை முழுவதுமாக நசிக்கச் செய்யப் போதுமானது.

அங்கக விஷச் சேர்மங்களைப் பயன்படுத்துவதற்கும் விநோதமான உண்மைகளுக்கும் தொடர்பு உண்டு. இவ்வகையைச் சேர்ந்தவற்றில்



தற்போது மிகவும் அதிகமாகப் பயன்படும் சேர்மம், ஹெக்ஸாக்ளோரோ-சைக்ளோஹெக்ஸேன் [hexachlorocyclohexane] என்பது. ஆனால் இப் பொருள் முதன் முதலில் 1825ல் ஃபாரடே பெற்று விட்டார். நூறு ஆண்டுகளுக்கும் மேலாக வேதியியலறிஞர்கள் ஹெக்ஸாக்ளோரோ-சைக்ளோஹெக்ஸேனை, அதன் அதிசய குணங்களைப் பற்றிய ஐயமே இன்றி ஆராய்ந்துள்ளனர். 1935க்குப் பிறகு தான் உயிரியலறிஞர்கள் அதனை ஆராய ஆரம்பித்த பின்னர், இந்தப் பூச்சிக் கொல்லி மிகப் பெரிய அளவில் தயாரிக்கப்பட்டது. இன்று மிக நன்கு அறியப்பட்ட பூச்சிக் கொல்லிகள் ஃபாஸ்பமைடு அல்லது M-81 போன்ற அங்கக-ஃபாஸ்ஃபரஸ் சேர்மங்களாகும்.

சமீபகாலம் வரை தாவரங்களையும் பிராணிகளையும் பாதுகாக்க, வெளியிலிருந்து வினை புரியும் சேர்மங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. எனினும், ஒரு பெரிய மழை அல்லது பலத்த காற்று இந்தக் காப்புச் சேர்மங்களை அடித்துச் சென்று விட, அவற்றை மீண்டும் எல்லா இடங்களிலும் போட வேண்டியிருக்கும் என்பதை எளிதில் நாமறியலாம். ஆகையால், விஞ்ஞானிகள் இந்த விஷச் சேர்மங்களை, காக்கப்பட வேண்டிய உயிருக்குள்ளேயே எவ்வாறு செலுத்துவது என்ற பிரச்சினையைப் பற்றி ஆராயத் தொடங்கினர். இதன் பலன் மனிதனுக்கு அம்மைப்பால் வைப்பதன் பலனை ஒத்தது. அம்மைப்பால் வைக்கப்பட்டவன் அந்த நோய்க்குப் பயப்பட வேண்டியதில்லை. தடுப்புப் பால் வைக்கப்பட்டதன் விளைவாக, அந்த உயிருக்குள் தோன்றிய கண்ணுக்குப் புலனாகாத

''ஆரோக்கியக் காவலர்கள்'' நுண் கிருமிகளை, அவ்வுயிருக்குள் நுழைந்த கணத்திலேயே, அழித்து விடுகின்றன.

உள்ளிருந்து வினை புரியும் நச்சு மருந்துகளைத் தயாரிப்பது சாத்தியமே என்று கண்டறியப் பட்டது. விஞ்ஞானிகள், பூச்சிப் படையின் உயிரமைப்புக்கும், தாவர உயிரமைப்பிற்கும் உள்ள வேறுபாட்டைப் பயன்படுத்தினர். அத்தகைய வேதிச் சேர்மம் தாவரங்களுக்குத் தீங்கிழைக் காததாயும், அதே சமயத்தில் பூச்சிக்குக் கொடிய நஞ்சாகவும் இருக்கிறது.

வேதியியலானது தாவரங்களை பூச்சிகளிலிருந்து மட்டுமின்றி, களைகளிலிருந்தும் பாதுகாக்கிறது. களைக் கொல்லிகள் என்னும் சேர்மங்கள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டன. இவை களைகளை நசிக்கச் செய்கின்றன. ஆனால் வளரும் பயிருக்கு இடையூறு செய்வதில்லை.

முதலில் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட களைக் கொல்லிகள் ஒரு வேளை உரங்களாகவும் இருந்தன என்பது விநோதமாகத் தோன்றும். நீண்ட காலத்திற்கு முன்பே, அனுபவ அறிவுள்ள விவசாயிகள் வயல்களுக்கு அதிக அளவு சூபர்ஃபாஸ்ஃபேட்டுகளையோ அல்லது பொட்டாஷியம் சல்ஃபேட்டையோ போட்டால், பயிர்கள் விரைவாக வளர்கின்றன. ஆனால் களைச் செடிகளின் வளர்ச்சி அடக்கப்படுகிறது என்றும் கவனித்தனர். இப்போதோ, பூச்சிக் கொல்லிகள் போல் அங்ககச் சேர்மங்கள் முதன்மையான களைக் கொல்லிகளாக உள்ளன.

விவசாயிகளின் உதவியாளர்கள்

ஒரு பையன் பதினாறே வயது நிரம்பியவன். தன் வாழ்வில் முதல் முறையாக ஒப்பனைச் சாமான் விற்கும் கடைக்கு, ஆவலினால் உந்தப்பட்டு அல்ல, வளர ஆரம்பித்துள்ள தன் மீசையை பழித்துக் கொள்ள உபகரணங்கள் வாங்க வந்துள்ளார்.

ஆரம்ப காலத்தில் இளைஞர்களுக்குப் இப் புதிய அனுபவம் விரும்பத்தக்கதாகவே இருக் கிறது. ஆனால் பத்து, பதினைந்து ஆண்டுகள் செய்த பின்னர் சில சமயம் தாடி வளர்ப்பதே சிறந்ததென்று எண்ணுகிறார்கள்.

புகை வண்டிப் பாதைமருங்கில் புல் வளர் வதை அனுமதிக்க முடியாது. எனவே ஒவ்வொரு ஆண்டும் மக்கள் அரிவாள், கத்திகளால் ''மழித்து'' விடுகிறார்கள். ஆனால் மாஸ்கோ-காபாரொவ்ஸ்க் ரயில் பாதையை எடுத்துக் கொள்ளுங்கள். அது 9,000 கிலோமீட்டர்கள் நீளமுள்ளது. அதன் மேல் வளரும் புல்லை எல்லாம் வெட்ட (ஒவ்வொரு கோடைகாலத்திலும் பல தடவைகள் வெட்ட வேண்டும்) முழு நேர வேலையாட்கள் ஆயிரம் பேர் வேண்டும்.

புல்லை வெட்ட இரசாயன முறை எதுவும் கண்டு பிடிக்க முடியாதா? முடியுமென்றே தோன்றுகிறது.

ஒரு ஹெக்டர் (= 2.5 ஏக்கர்) பரப்பில் உள்ள புல்லை வெட்ட 20 மனிதர்கள் ஒரு நாள் முழு தும் வேலை செய்ய வேண்டும். களைக் கொல்லிகள் இவ்வேலையை சில மணி நேரங்களில் முழுவதும் செய்து விடுகின்றன.



இலை நீக்கிகள் [defoliants] என்றால் என்ன? "Folium" என்பது "இலை" என்பதன் லத்தீன் சொல். இலை நீக்கி என்பது இலைகளை உதிர்ந்து விடச் செய்யும் இரசாயனச் சேர்மம். பருத்தி அறுவடையை இயந்திரத்தின் உதவியால் துரிதப் படுத்த இச்சேர்மம் பயன்படுகிறது. நூற்றாண்டுகளாக, ஆண்டு தோறும், மனிதர் பருத்தி நிலங்

களுக்குச் சென்று கையினால் பருத்திப் பந்துகளைப் பறித்து வந்துள்ளார்கள். மனிதர் பருத்தி பறிப்பதை நேரில் கண்டிராதவர், அது எத்துணை கடினமான உழைப்பு என்று கற்பனை செய்ய முடியாது. 40-50°C உஷ்ண நிலையில் பகலில் இதைச் செய்வது எளிதல்ல. இப்போது எல்லாம் எளிதாகிவிட்டது. பருத்திப் பந்துகள் வெடிப்பதற்குச் சில தினங்களுக்கு முன்னரே பருத்தி நிலங்களில் இலை நீக்கிகளைத் தெளிக்கின்றனர். இவற்றில் மிகச் சாதாரண இலை நீக்கி $Mg[ClO_3]_2$. இலைகள் உதிர்ந்துவிட, பருத்தி வெளிப்படுகிறது. இலை நீக்கியாகப் பயன்படுத்தக்கூடிய மற்றொரு சேர்மம் $CaCN_2$. செடிகளின் மேல் போடப்பட்ட மருந்தின் ஒரு பகுதி பூமியில் விழுந்து, மண்ணிற்கு நைட்ரஜன் கொண்ட உரமாகிறது.

ஆனால் வேதியியல் இயற்கைக்கே வளமூட்ட விவசாயத்திற்கு இதற்கு மேலும் உதவுகிறது. ஆக்ஸின்கள் [auxins] என்ற பொருள்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. தாவர வளர்ச்சியை ஊக்கிவிடக் கூடிய இவை தாவர ஹார்மோன்கள். முன்பு இயற்கையில் கிடைக்கும் சேர்மங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. ஆனால் இப்போது வேதியியலறிஞர்கள் மிக எளியதான, ஹெடரோ ஆக்ஸின் போன்றவற்றைச் சோதனைச் சாலையில் தயாரிக்கக் கற்று விட்டனர். இச்சேர்மங்கள் தாவரங்களின் வளர்ச்சி, பூத்துப் பயன் தருதல் ஆகியவற்றை ஊக்கி விடுவதோ? அவற்றின் எதிர்ப்புச் சக்தி வீரியம் முதலியவற்றையும் அதிகரிக்கச் செய்கின்றனர். மேலும், அதிக அளவில் இந்த ஆக்ஸின்களைப் பயன்படுத்தினால், இதற்கு நேர்

மாறுன பலன் ஏற்படுகிறது. அதாவது தாவரங்களின் வளர்ச்சியையும் அபிவிருத்தியின் வேகத்தையும் குறைத்து விடுகின்றன.

இங்கு நாம் மருந்துகளோடு இவற்றின் முழுமையான ஒற்றுமையைக் காணலாம். ஆர்ஸினிக், பிஸ்மத், பாதரஸம் முதலியவை அடங்கிய மருந்துகள் உள்ளன. ஆனல் அதிகரித்த அளவில் இவை நச்சுப் பொருள்களாகி விடுகின்றன.

உதாரணமாக, அழகுக்காக வளர்க்கப்படும் தாவரங்களின் பூக்கும் பருவத்தை நன்கு நீடிக்கச் செய்கின்றன. திடீரென வரும் வசந்த கால உறைபனியில், அவை மரங்கள் மகிழ்த்துப் பூத்தலேக் குறைக்கின்றன. இன்னெரு புறம், கோடை காலம் குறைவான குளிர்ப் பிரதேசங்களில் பல கனிகள், காய்கறிகள் வேகமாக வளரச் செய்வதை இவை சாத்தியமாக்குகின்றன. இந்த ஆக்ஸின்களின் தன்மைகள் பெருமளவில் இன்னும் அறியப்படவில்லேயெனினும் அண்மையிலேயே விவசாயிகளின் தோழர்களாகிய இவை பரவலாகப் பயன்படும் என்பதில் ஐயமில்லே.

பணிபுரியும் பூதங்கள்

இதோ, செய்தித் தாள்களில் பரபரப்பை உண்டாக்கக் கூடிய ஒரு விவரம்: புகழ் பெற்ற விஞ்ஞானி ஒருவருக்கு அவரது நன்றி மிக்க தோழர்கள்... அலுமினியத்திலான ஒரு பூக்கிண்ணத்தை அன்பளிப்பாகக் கொடுக்கிருர்கள். அன்பளிப்பு எதுவாகிலும், ஒருவர் நன்றியுடன் தான் பெற்றுக் கொள்ள வேண்டும், ஆனல் அன்பளிப்

பாக ஒரு அலுமினியம் பூக்கிண்ணத்தைக் கொடுப்பதென்பது... எத்தகைய கேலிக்குரிய விஷயம் அது!... தற்போது அப்படித்தான் தோன்றும்; ஆனால் ஒரு நூற்றாண்டுக்கு முன்னர் இத்தகைய அன்பளிப்பு அதிகப் பெருந்தன்மையானதென்றே தோன்றியது. உண்மையில் அலுமினியப் பூக்கிண்ணம் டி. மெண்டலீஃபுக்கே ஆங்கிலேய வேதியியலறிஞர்களால் அளிக்கப்பட்டது. விஞ்ஞானத்திற்கு அவரது மிகப் பெரிய சேவைகளைப் பாராட்டியே அது அவருக்கு அளிக்கப்பட்டது.

இவ்வுலகில் எல்லாமே ஒன்றையொன்று சார்ந்துள்ளது! சென்ற நூற்றாண்டில் அலுமினியத்தை அதன் தாதுக்களிலிருந்து தயாரிக்க மலிவான முறை எதுவும் கிடையாது. எனவே, அந்த உலோகத்தின் விலை அதிகமாயிருந்தது. மலிவான முறை கண்டு பிடிக்கப்பட்டவுடன், அதன் விலை வேகமாகச் சரிந்தது.

மூலகப் படியமைப்பின் பல உலோகங்கள் இன்றும் விலை குறைவாக இல்லை. அவற்றின் அன்றடப்பயன்கள் இதனால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால் இந்த நிலைமை நீடிக்காது. வேதியியலும் பௌதிகமும் தனிமங்களின் விலைகளைக் குறைத்து விடும். படியமைப்பு அட்டவணையின் அங்கங்களாகிய தனிமங்கள் நடைமுறையில் மேலும், மேலும் உபயோகத்துக்கு வருவதால், அவர்கள் நிச்சயம் இதனைச் சாதித்து விடுவர்.

ஆனால் பூமியின் மேல் பெருக்கில் கிடைக்காத தனிமங்கள் அல்லது இல்லையென்றே கூறுமளவு அத்துணை குறைந்த அளவுகளிலேயே கிடைக்கும் தனிமங்கள் உள்ளன. ஆஸ்டடைன், ஃப்ரான்ஸி

யம், நெப்ட்யூனியம், ப்ளூடோனியம், ப்ரோமெதியம், டெக்னீஷியம், ஆகியவை இத்தகைய தனிமங்கள்.

என்றாலும், இத்தனிமங்களைச் செயற்கையாகத் தயாரிக்கலாம். வேதியியலறிஞனுக்கு ஒரு புதிய தனிமம் கிடைத்தால், அவன் அதன் வாழ்க்கைப் பாதையைத் துவக்க என்ன செய்யலாம் என எண்ணுகிறான்.

இதுவரை, மிக முக்கியமான செயற்கைத் தனிமம், ப்ளூடோனியம். எனவே, உலகில் அது தயாரிக்கப்படும் அளவு, படியமைப்பு அட்டவணையின் அநேக ''சாதாரண''த் தனிமங்களின் அளவை விட அதிகமாகி விட்டது. ப்ளூடோனியத்தின் ''வயது'' கால் நூற்றாண்டுக்கு சற்றே அதிகமானது தான் என்றாலும், வேதியியலறிஞர்கள் அதனை மிக நன்கு அறியப்பட்ட தனிமங்களிலொன்றாக வகைப்படுத்துகிறார்கள். இது தற்செயலாக நிகழ்ந்ததல்ல. ஏனெனில் ப்ளூடோனியம் அணுவினைக் கலங்களுக்கு, யுரேனியத்துக்குச் சிறிதும் குறையாத, மிகச் சிறந்த ''எரிபொருள்''.

அமெரிக்கச் செயற்கைத் துணைக் கோள்களின் சக்திக்கு மூலப்பொருள் அமெரிஷியமும் க்யூரியமும். இந்தத் தனிமங்கள் அதிகச் சக்தி வாய்ந்த கதிர் வீச்சுக்குப் பெயர் பெற்றவை. இவை சிறிது சிறிதாக அழியும் போது அதிக அளவு வெப்பத்தை வெளியிடுகின்றன. தெர்மோ கப்பிள்கள் [thermocouples] இந்த வெப்பத்தை மின்சாரமாக மாற்றின.

பூமியின் தாதுக்களில் இதுவரை காணப் படாத ப்ரோமெதியத்தைப் பார்ப்போம். ஒரு

கட்டை விரலால் அழுத்தப்படும் ஆணியின் தட்டையான தலையிடையவை விடச் சிறிது பெரிய அளவுள்ள சிறிய மின் கலங்களின் உற்பத்தியில் இது பயன்படுகிறது. மிகச் சிறந்த இரசாயன மின் கலங்கள் கூட அரை ஆண்டுக்கு மேல் இயங்குவதில்லை. ப்ரோமெதிய அணு மின்கலம் ஐந்து வருடங்களுக்கு இடைவிடாமல் இயங்குகிறது. அது காதுக்கருவிகளிலிருந்து ஏவுகணைகள் வரை பல விதங்களில் பயன்படுகிறது.

ஆஸ்டடைன் தைராய்டு சுரப்பியின் நோய்களை எதிர்த்துப் போராட வைத்தியர்களுக்கு உதவியளிக்கிறது. தைராய்டு கோளாறுகளை கதிர் வீச்சு மருத்துவத்தின் உதவியால் குணப்படுத்த முயற்சிகள் இப்போது செய்யப்படுகின்றன. தைராய்டில் அயோடின் சேர்வதை அறிவோம். ஆஸ்டடைன் அயோடினை ஒத்த தனிமம். உயிர்ப் பிராணிக்குள் செலுத்தப்பட்டால் ஆஸ்டடைன் தைராய்டு சுரப்பியை அடைய, மற்ற வேலைகளை அதன் கதிரியக்கத் தன்மைகள் செய்து விடுகின்றன.

இவ்வாறு செயற்கைத் தனிமங்களில் சில நடைமுறையில் பயன்படுகின்றன. மனித இனத்துக்கு அவற்றின் உதவி ஒரு பக்ஷமானது; ஏனெனில் மனிதர் அவைகளின் கதிரியக்கத் தன்மைகளை மட்டுமே பயன்படுத்த முடியும். ஆனுல் இதற்குக் காரணம், வேதியியலறிஞர்கள் அவற்றின் இரசாயன குணங்களை இன்னும் அறியவில்லை. டெக்னீஷியம் இதற்கு விதி விலக்கு. இந்த உலோகத்தின் உப்புக்கள், இரும்பு, எஃகு இவற்ருலான பொருள்களைத் துருப் பிடிக்காமலிருக்கச் செய்வதில் பயன்படுகின்றன.

சமாதானமாகச் சில வார்த்தைகள்

வேதியியல் பற்றி இன்னும் ரஸமான கதைகள் பல இருந்த போதிலும், ஓரளவோடு நிறுத்திக் கொள்ளத் தான் வேண்டும்.

ஒரு சமயம் அறிவியலின் பிரதிநிதிகள் இருவருக்குள் நடந்த வாதத்தில், ஒருவர், ''வேதியியல் என்ற விஞ்ஞானப் பிரிவே கிடையாது. எந்த வினையை எடுத்துக் கொண்டாலும் பௌதிகச் சட்டங்களினடிப்படையில் தான் அதன் உள்ளடங்கிய நடப்பை விளக்கலாம். இரண்டு அணுக்கள் வினை புரிவது முக்கியமாக எலக்ட்ரான் பரிமாற்றத்தினுல் தான். இத்தகைய பரிமாற்றம் எதனுல் நிகழ்கிறது? வேதிப் பிணைப்பின் அடிப்படை என்ன? பௌதிகச் சட்டங்கள்...'' என்றெல்லாம் பேசினுர்.

இத்தகைய ஒரு அபிப்பிரயத்தைக் கேட்டு, வேதியலறிஞர்களுக்கு எவ்வளவு கோபம் வந்திருக்குமென நீங்களே கற்பனை செய்து கொள்ளுங்கள்.

எலக்ட்ரான்கள் எலக்ட்ரான்களாகவே இருக்க, வேதியியல் என்னும் தொன்மையான, ஆனுல் என்றும் இளமையானதுமான அறிவியல் இருக்கத்தான் செய்கிறது! அது தனக்கெனச் சட்டங்களையும், ஒழுங்கு முறைகளையும் தனிச் சரித்திரத்தையும், எல்லையில்லாது விரிவடையும் வாய்ப்புகளையும் கொண்டது. அது பௌதிகம், கணிதம், சைபர்னடிக்ஸ் ஆகியவற்றின் உதவியை அடிக்கடி நாட வேண்டியிருந்தால் என்ன?

இருபதாம் நூற்ருண்டு வேதியியலின்

விநோதமான தன்மை, அதாவது அதன் ஆரம்ப வளர்ச்சிக் காலத்தின் வேதியியலுடன் வேறு பாடு என்னவென்ருல், அது பற்பல சுதந்திரப் போக்குகளில் பிரிந்து விட்டது. போக்குகள் என்று கூறுவது சரியல்ல; தனிப்பட்ட, சார்பற்ற அறி வியல் கிளைகள் எனலாம்! மின் வேதியியல், ஒளி வேதியியல், கதிரியக்க வேதியியல், குறைந்த வெப்ப-உயர் அழுத்த வேதியியல், உயர் வெப்ப-குறைந்த அழுத்த வேதியியல் என்பன போன்ற இன்னும் பல கிளைகள் உள்ளன.

இந்தப் பிரிவுகளில் ஒன்றை ஆராய்ந்து கொண்டிருக்கும் ஒரு விஞ்ஞானி, மற்ெருரு பிரிவில் தேர்ந்த தனது தோழன் கூறுவதைப் புரிந்து கொள்வதற்குச் சிரமப்படுவதும், அடிக்கடி நிகழக் கூடியது. அஞல் இது அறிவுக் குறைவின் அடையாளமல்ல.

வேதியியலுக்கெனத் தனியான ''சொற்கள்'' இரசாயன ''மொழிகள்'' ஆகி விட்டன.

இன்று வேதியியல், உயிரியல், பூமியல், இயங்குவியல், விண் வெளி இயல் [cosmogony] போன்ற மற்ற அறிவியல்களுடன் நெருக்கமாகப் பிணைக்கப்பட்டு விட்டது. இவ்விதத் ''தொடர்புகள்'' உயிர் வேதியியல், பூவேதியியல், விண் வெளி வேதியியல், பௌதிக-இரசாயன இயங்கு வியல் [physicochemical mechanics] இன்னும் வேறு பல ''துணை அறிவியல்களின்'' கூட்டத்தையே தோற்றுவித்துள்ளன.

உயிர் வேதியியலை எடுத்துக் கொள்ளுங்கள். அது உயிர் வாழ்க்கை என்பது என்ன என்று நமக்குக் காலப் போக்கில் எடுத்துக் கூற

வேண்டிய பிரிவாகும். மருந்து தயாரிப்பு இயல், மருத்துவத்துடனும் கூட்டுச் சேர்ந்து, உயிர் வேதியியல் நோய்களை எதிர்த்துப் போராட அதிகச் சக்தி வாய்ந்த மருந்துகளைக் கண்டு பிடிக்க வேண்டியிருக்கும்.

அல்லது விண் வெளி வேதியியல், அதாவது நெடுந்தொலைவிலுள்ள நட்சத்திரங்கள், கிரகங் களின் வேதியியலை எடுத்துக் கொள்ளுங்கள். இப் பிரிவு சமீபத்தில் தான் தோன்றியுள்ள போதி லும், அண்டத்தின் பரிணாமத்தைப் பற்றிய கேள்வி களுக்கு அதன் கூற்றுகள் அசட்டையாக ஒதுக்கி விடத் தக்கவையல்ல.

இப்போது சற்றும் எதிர்பாராத விஷயம் தெளிவாகியது. இந்தப் பிரிவுகள் தினமும் குறிப் பிடத்தக்க பலனைத் தருகின்றன. இது வரை எவரும் சந்தேகித்தறியாத உண்மைகள், விவரங்களை அவை வெளிக் கொணர்ந்துள்ளன. இந்தத் ''துணை அறிவியல்கள்'' நடைமுறைக்கு மிக அதிகமாகப் பயன்படுபவை.

பிரச்சினையை நம் தரப்பிலிருந்து பார்க்க லாம். நீங்கள் ஒரு காகிதத்தை எடுத்து, வேதி யியல் சம்பந்தமாக ஏதோ எழுத விழைகிறீர் கள் என்று கொள்வோம். ஒன்றிரண்டு சொற் றொடர்கள் எழுதியுடனேயே, அந்தோ! பௌ திகம், உயிரியல் ஆகியவற்றின் முகங்கள் எதிரே தோன்றிப்பல்லை இளிக்கின்றன. உடனேயே முத லில் தெளிவாயிருந்த உங்கள் சிந்தனை மங்கித் தடுமாற்றமடைகின்றது. "Alice in Wonderland" (''அதிசய உலகில் ஆலீஸ்'') கதையில் தேநீர் விருந்தில் மேட் ஹாட்டர் ஆலீஸிடம் ''ஒரு

அண்டங்காக்கை ஏன் எழுதும் மேஜை போன்றுள்ளது?'' என்ற புதிரைக் கேட்டதை நினைவு கூறுங்கள். இக்கேள்விக்கு விடையே கிடையாதாகையால், ஆலீஸுக்கு விடையை ஊகிக்க முடியவில்லை. அண்டங்காக்கைகளுக்கும் எழுதும் மேஜைகளுக்கும் எவ்விதத் தொடர்பும் இல்லை என்பது தெளிவாகத் தெரிகிறது. ஆனால் தற்கால விஞ்ஞானம், குறிப்பாக வேதியியல், அவைகளுக்கிடையே மிக நிச்சயமான தொடர்பை அடிக்கடி காண்கிறது.

எதிர்காலத்தில் வேதியியல் பற்றிப் பாமரர் படிக்கக் கூடியதாக ஏதேனும் எழுத எப்போதேனும் வாய்ப்புக் கிடைத்தால், ஹாட்டரின் அந்தப் புதிரைக் கருத்துச் செறிவுள்ள வாசகமாகப் பயன்படுத்துவோம்.

ஆனால் இந்தப் புத்தகத்தில் நாங்கள் கட்டாயமாக வேதியியல் பற்றியே எழுத முயன்றிருக்கிறோம்.

பெயர் அகராதி

கலைச் சொற்கள்